
Stanford University Libraries
3 6105 008 140 068


STANFORD
UNIVERSITY
LIBRARIES
LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY
ORGANIZED 1891



SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Fondée en 1870

et autorisée par arrêtés en dates des 3 Juillet 1871 et 28 Juin 1873

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DU NORD

TOME XXIV

1896

LILLE
IMPRIMERIE LIÉGEOIS-SIX
—
1896

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

au 1er janvier 1896.

Président	MM. DELCROIX,
Vice-Président . . .	QUEVA.
Secrétaire	VAILLANT.
Trésorier-Archiviste .	CRESPEL.
Bibliothécaire . . .	QUARRÉ.
Directeur.	GOSSELET.
Membres du Conseil.	LADRIÈRE, BOUSSEMAER, CH. BARROIS.

MEMBRES TITULAIRES ET CORRESPONDANTS (1)

ANGELLIER, Professeur à la Faculté des Lettres, rue Solférino, 18, Lille.
ARRAULT Paulin, Ingénieur, rue Rochechouart, 69, Paris.
AULT (d')-DUMESNIL, rue d'Eauette, 1, Abbeville.
BARDOUX, Pharmacien, à Ault (Somme).
BARROIS, Ch., Professeur à la Faculté des Sciences, rue Pascal, 37, Lille.
BARROIS, Jules, Docteur ès-sciences, Cap Brun, Toulon.
BARROIS, Th, Professeur à la Faculté de Médecine, rue Solférino, 220, Lille.
BARROIS, H, Ingénieur-Directeur de l'usine à gaz, Tourcoing.
BAYET Louis, Ingénr, Walcourt, près Charleroi (Belgique).
BECOURT, Inspecteur des Forêts au Quesnoy,
BENECKE, Professeur à l'Université de Strasbourg (Alsace).
BERGAUD, Ingr en chef hon. des Mines de Bruay, rue de la Station, 3, Douai.
BERGERON, Dr ès-sciences, boulevard Haussmann, 157, Paris.
BERNARD, ex-fabricant de sucre, rue de Compiègne, 4, Paris.
BERTRAND, Profr à la Faculté des Sciences, rue Malus, 14, Lille.
BÉZIERS, Directeur du Musée géologique, Rennes.
BIBLIOTHÈQUE MUNICIPALE DE LILLE.
BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE DE LILLE.
BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE DE MONTPELLIER.
BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE DE RENNES.
BILLET, Docteur ès-Sciences, Médecin-major à l'Orphelinat Hériot, La Boissière, par Epernon (S.-et-O.).
BINET, Dirr du S. des eaux de Roubaix-Tourcoing, r. de Lille, 147, Tourcoing.
BODDAERTS (l'abbé) Professeur à l'Institution Notre-Dame, Cambrai.
BOLE, Pharmacien, rue de Lannoy, 310, Roubaix.
BOLLAERT, Directeur des Mines de Lens.
BOULANGER, rue Salle-le-Comte (petite porte), 6, Valenciennes.
BOURIEZ, Pharmacien, rue Jacquemars-Giélée, 105, Lille.
BOUSSEMAER, Ingénieur, rue Auber, 57, Lille.
BOUVART, Inspecteur des Forêts en retraite, au Quesnoy.
BRÉGI, Ingénieur, rue à Fiens, 3, Lille.
BRETON Ludovic, Ingénieur rue Royale, 18, Calais.
CAMBESSEDÈS, Professeur à l'École des Maîtres-Mineurs, Douai.
CALDÉRON, Professeur à l'Université de Madrid (Espagne).
CARTON, Docteur, Médecin-Major au 19e Chasseurs, Lille.
CAYEUX, prépr aux Ecoles des Mines et des P.-et-Ch., bd St-Michel, 60, Paris.
CHAPUY, Ingénieur des Mines, square Rameau, 7, Lille.
CHAUVEAU, Pharmacien, Avesnes.
COGELS, Paul, à Deurne, province d'Anvers (Belgique).
COGET, Jean, Teinturier, rue Pellart, Roubaix.
COLNION, Victor, Propriétaire, à Ferrière-la-Grande.
COUVREUR, Licencié ès-sciences naturelles, à Gondecourt.
CRÉPIN, Ingénieur aux Mines de Bully-Grenay.
CRESPEL, Richard, Industriel, rue Léon-Gambetta, 54,

---

(1) Les Membres correspondants sont ceux qui résident en dehors de la circonscription académique (Nord, Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Ardennes).

CUVELIER, Dr en droit, boulevard de la Liberté, 108, Lille.
DANEL, Léonard, rue Royale, 85, Lille.
DEBLOCK, Pharmacien, rue du Faubourg-de-Tournai, 85, Lille.
DEBOUZY, Docteur en médecine, à Wignehies (Nord).
DECROCK, Licencié ès-sciences naturelles, Institut botanique, Montpellier.
DECROIX, Étudiant, rue d'Inkermann, 5, Lille.
DEFERNEZ. Édouard, Ingénieur à Liévin-lez-Lens.
DEFRENNE, rue Nationale, 295, Lille.
DELCROIX, Avocat. Docteur en Droit, Directeur de la *Revue de la Législation des Mines*, place du Concert, 7, Lille.
DELESSERT DE MOLLINS, ancien professeur, Grande-Rue, 95, Rolle (Suisse)
DELOBE, Pharmacien, Tournai (Belgique).
DELVAUX, Géologue, avenue Brugmann, 210, Bruxelles.
DEMESMAY, Industriel, Cysoing (Nord).
DENIS, J, Professeur à l'Ecole supre, r. de l'Amiral-Courbet, 12, Tourcoing.
DERENNES, Ingénieur chimiste, 25, boulevad Barbès, Paris.
DERNONCOURT, Représentant de la Compagnie d'Anzin, Fourmies.
DESAILLY, Ingénieur aux Mines de Liévin, par Lens.
DESCAMPS, J., rue de l'Aqueduc, 5 Paris.
DESCAT, Jules, Manufacturier rue Henri-Kolb, 31, Lille.
DESCHIN, mécanicien-constructeur, rue du Bourdeau, 44, Lille.
DESTOMBES, Pierre, boulevard de Paris, Roubaix.
DEVOS, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, rue des Postes, 20, Lille.
DEWATTINES, Relieur, rue Nationale, 87, Lille.
D'HARDIVILLIERS, Licencié ès-ciences naturelles, Lille.
DHARVENT, Membre de la Commission des Mon. hist., Béthune (P.-de-C.)
DOLLFUS, Gustave, rue de Chabrol, 45, Paris.
DOLLO, Conservr au Musée d'Histoire naturelle de Bruxelles,
DORLODOT, (Abbé). Professeur à l'Université, rue au Vent, 10, Louvain.
DUBOIS, Professeur au Lycée de St-Quentin (Aisne).
DULIEUX, Négociant, rue Fontaine-del-Saulx, 22, Lille.
DUMAS, Inspecteur au ch. de fer d'Orléans, rue Dumoustier, 1 *bis*, Nantes.
DUMAS, A.-P., Dir' du journal le *Phosphate*, rue du Faub.-Montmartre, 13, Paris.
DUMONT, Docteur en médecine, à Mons-en-Barœul, près Lille.
DUTERTRE, Docteur en médecine, rue de la Coupe, 6, Boulogne-sur-Mer.
EECKMAN, Alex. rue Alexandre-Leleux, 28, Lille.
ÉCOLE NORMALE D'INSTITUTEURS de Douai.
FARCY, Économe de l'École professionnelle, Armentières.
FEVER, Chef de division à la Préfecture, r. des Pyramides, 24, Lille.
FÈVRE, Ingénieur, au Corps des Mines, place de la Préfecture, Arras.
FLAMENT, Comptable, à Proville, près Cambrai.
FLAMMERMONT, Profr à la Faculté des Lettres, r., Ponts-de-Comines, 24, Lille.
FLIPO, Louis, Propriétaire, à Deûlémont.
FOCKEU, Docteur en médecine, rue de Juliers, 73, Lille.
FOREST, Philibert, Maître de carrières à Douzies-Maubeuge.
FORIR, Répétiteur à l'École des mines, rue Nysten, 25, à Liège.
FOURMENTIN, Percepteur, à Roubaix.
FRAZER, Dr ès-sciences, Room, 1042, Drexel Building, Philadelphie.
GIARD, Professeur à la Sorbonne, rue Stanislas, 14, Paris.
GIN, Gustave, Ingénieur, 28, rue St-Pétersbourg, Paris.
GOBLET, Alfred, Ingénieur, Croix, près Roubaix.
GODBILLE, Médecin-Vétérinaire, à Wignehies
GODON (Abbé), Professeur à l'Institution Notre-Dame, Cambrai.
GOSSELET, Professeur à la Faculté des Sciences, rue d'Antin, 18, Lille.
GOSSELET, A. Dr en médecine, rue des Stations, 97 *bis*, Lille.
GRONNIER, Principal du Collège de St-Amand.
GROSSOUVRE (de), Ingénieur, en chef des mines, à Bourges.
GUERNE (Baron Jules de), rue de Tournon, 6, Paris.
HALLEZ Paul, Professeur à la Faculté des Sciences, r. de Valmy, 9, Lille.
HASSENPFLUG, Docteur à Flers, près Croix (Nord).
HELSON, Ingénieur-civil des mines, place de Béthune, Lille.
HERLIN, Georges, Notaire, boulevard de la Liberté, 22, Lille.
HERMARY, Ingénieur Civil, Barlin, (Pas-de-Calais).

HETTE Alexandre, façade de l'Esplanade, 14 *bis*, Lille.
HORNEZ, Fabricant de pannes, à Bourlon (Pas-de-Calais).
HOVELACQUE, Docteur ès-sciences, r. de Castiglione, 1, Paris.
JANET, Charles, Ingénieur des arts et manufactures, Beauvais.
JANET, Léon, Ingénieur au Corps des Mines, rue d'Assas, 85, Paris.
JANNEL, rue Saint-Vincent-de-Paul, 25, Paris.
JENNEPIN, Maître de pension, Cousolre.
LACOME, rue Gambetta, 45, Lille.
LADRIÈRE, Jules, Directeur de l'École communale, square Dutilleul, Lille.
LAFFITE, Henri, Ingénieur aux Mines de Lens (P.-de-C).
LALOY, Roger, Château de la Rose, à Houplines.
LANGRAND (l'abbé) Vicaire à la Bassée.
LAGUESSE, Professeur à l'École primaire sup[re]., Haubourdin.
LASNE. H, Ingénieur des Arts et Manufactures, rue Boileau, 57, Paris.
LATINIS, Ingénieur civil à Seneffe, Hainaut, Belgique.
LAY, Pharmacien à Aire, (P-de-C.).
LECOCQ, Gustave, rue du Nouveau-Siècle, 7, Lille.
LEFEBVRE, Contrôleur princip. des mines, r. Barthélémy-Delespaul, 111, Lille.
LELOIR, Professeur à la Faculté de Médecine, 134, boulevard de la Liberté Lille.
LE MARCHAND, Ingénieur aux Chartreux, Petit-Quévilly (Seine-Inférieure).
LEMONNIER, Ingénieur, Mesvin-Ciply (Belgique).
LEVAUX, Professeur au Collège de Maubeuge.
LIÉGEOIS-SIX, Imprimeur, rue Léon-Gambetta, 244, Lille.
LIGNIER, Professeur à la Faculté des Sciences de Caen (Calvados).
LOHEST, Professeur à l'Université de Liège Rivage à Comblain-au-Pont (Belgique).
LONQUÉTY, Ingénieur, Boulogne-sur-Mer.
MALAQUIN, Préparateur de Zoologie, à la Faculté des Sciences, 28, Lille.
MALOU, Sous-chef à la S-Préfecture, r. des Procureurs, 13, St Pol.
MARCOTTE, Pierre, rue de l'Hôpital-Militaire, 28, Lille.
MARGERIE (de), Géologue, rue de Grenelle, 132, Paris.
MARIAGE, Négociant, place de l'Hôpital, 4, Valenciennes.
MARIAGE, Louis, Instituteur, rue du Pont-Lebeurre, Calais.
MARSY, Maître répétiteur au Lycée, Lille.
MATHIAS, Notaire à Wavrin.
MAURICE, Ch. Docteur ès-sciences, Attiches, par Pont-à-Marcq
MELON, Licencié ès-sciences, usine à gaz de Moreuil (Somme).
MEYER, Adolphe, Chimiste, rue Jeanne d'Arc, 43, Lille.
MEYER. Paul, Représentant de Commerce, rue Roland, 221, Lille.
MONIEZ, Professeur à la Faculté de Médecine, r. Colbert, 188, Lille.
MOREAU Arthur, Maître de carrières, Anor (Nord).
MORIAMEZ Lucien, à Saint-Waast-lez-Bavai (Nord).
MORIN, Ing[r] au Canal de l'Isthme de Corinthe, Isthmia (Grèce).
MOULAN, Ingénieur, Avenue de la Reine, 271, Laeken.
MUSÉE DE DOUAI.
MYON, Ingénieur aux mines de Courrières, à Billy-Montigny (P.-de-C).
PAGNIEZ-MIO, Sondeur, Somain.
PARADES (de), rue Caumartin, 28, Lille.
PARENT, H., Préparateur à la Faculté des Sciences, rue Nationale, 161, Lille.
PASSELECQ, Directeur de charbonnage à Ciply (Belgique).
PÉROCHE, Directeur hon. des Contributions, rue Alexandre-Leleux, 31, Lille
PIÉRARD, Désiré. Cultivateur, Dourlers (Nord).
PONTIER, ancien Instituteur à Lumbres (P.-de-C.).
QUARRÉ, Louis, boulevard de la Liberté 70, Lille.
QUÉVA, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences, rue Malus, 14, Lille.
RABELLE, Pharmacien à Ribemont (Aisne).
REUMAUX, Ingénieur aux Mines de Lens (P.-de-C.).
RICARD Samuel, rue Evrard de Foulloy, 4, Amiens.
RICHARD, Géomètre, Cambrai.
RIGAUT Adolphe, industriel, r. de Valmy, 3, Lille.
RIGAUX Henri, Archiviste de la ville, Hôtel-de-Ville, Lille.
RONELLE, Architecte, Cambrai.
ROUSSEL, D[r] ès-sciences, rue Thouin, 6, Paris.
ROUTIER, Avocat, rue de Brecquerecque, 152, Boulogne-sur-Mer.

ROUVILLE (de), Doyen hon. de la Faculté des Sciences de Montpellier.
RUTOT, Consr au Musée d'hist. nat., rue de la Loi, 177, Bruxelles.
SAUVAGE, Dr, Diret. de la Station Aquicole, Boulogne-sur-Mer.
SCRIVE DE NÉGRI, Industriel, r. Gambetta, 292, Lille.
SÉE. Paul, Ingénieur, rue Brûle-Maison, Lille.
SIMON, Ingénieur aux mines de Liévin (Pas-de-Calais).
SIX, Achille, Profr au Lycée, rue du Poirier, 2, St-Omer.
SMITS, Ingénieur, rue Inkermann, 15, Lille.
SOUBEYRAN, Ingénieur des Mines, Square Labruyère, 3, Paris.
STECHERT, Libraire, rue de Rennes, 76, Paris
STEVENSON, Profr à l'Université. Washington square, New-York city.
SUTTER Jean, Licencié ès-sciences, rue des Ponts-de-Comines, 24, Lille.
TAINE, Pharmacien, rue du Marché St-Honoré, 7, Paris.
THÉLU, Directeur de l'Ecole primaire supérieure Frévent (P.-de-C.).
THÉRY-DELATTRE, Profr au Collège, rue de l'Eglise, 21, Hazebrouck.
THIERRY, Ingénieur aux mines de Courrières, à Billy-Montigny (P.-de C.).
THIERY. Ad., Géologue, rue Corneille, 7, Paris,
THIRIEZ, Docteur ès-sciences, Professeur au Collège de Sedan.
THOMAS, Professeur de chimie à Auxerre (Yonne).
TROUDE, Maître-Répétiteur au Lycée, Amiens.
TRUFFEL, Brasseur, Dorignies près Douai.
VAILLANT, Victor, Prépr à la Faculté des Sciences, rue Nationale, 273, Lille.
VAN DEN BROECK, Consr au Musée, place de l'Industrie, 39, Bruxelles.
VAN ERTBORN (le baron Octave), rue des Lits, 14, Anvers.
VIALAT, Ingénieur en chef aux Mines de Liévin.
VIVIEN, Chimiste, rue Baudreuil. 18, St-Quentin.
VUILLEMIN, Directeur des Mines d'Aniche, à Douai.
WALKER, Ambroise, Filateur, quai des 4 Écluses, Dunkerque.
WALKER, Emile, Filateur, quai des 4 Écluses, Dunkerque.
WARTEL Dr, rue Bernos, 24, Lille.
WATTEAU, Géologue, Thuin, Belgique.
WIART, Industriel, Cambrai.
WILLIAMS, Profr à l'Université, Yale College, New-Haven, Connecticut.

MEMBRES ASSOCIÉS

BERTRAND. Profr à l'école des Mines, rue de Rennes, 101, Paris
BONNEY, Professeur de Géologie à University-College, Londres.
BRIART, de l'Acad. Roy. de Belgique, à Morlanwelz.
CAPELLINI, Recteur de l'Université de Bologne.
CORTAZAR (de), Ingr en chef des Mines, Calle Isabel la Catolica, 23, Madrid.
DAUBRÉE, de l'Institut, boulev. St-Germain, 254, Paris.
DEWALQUE, Professeur à l'Université de Liège.
DUPONT, Directeur du Musée d'histoire naturelle de Bruxelles.
FOUQUÉ, de l'Institut, Professeur au Collège de France, Paris.
GAUDRY, de l'Institut, Professeur au Muséum, Paris.
HALL, Directeur du Musée d'histoire naturelle de l'Etat de New-York, Albany.
JUDD, Profr à College of Science, South Kensington, S. W. Londres.
KAYSER, Professeur de Géologie à l'Université de Marbourg, Allemagne.
LAPPARENT (de), Professeur à l'Institut catholique, rue Tilsitt 3, Paris.
LA VALLÉE-POUSSIN (de), Professeur de Géologie à l'Université, Louvain
LESLEY, Directeur du Geological Survey de l'Etat de Pensylvanie.
MAC-PIERSON, Calle de la Exposicion, Barrio de Monasterio, Madrid.
MALAISE, Professeur émérite à Gembloux.
MERCEY (de), à la Faloise (Somme).
MICHEL-LÉVY, Directeur du Service de la Carte Géologique de France, Paris.
MOURLON, de l'Acad. Roy. de Belgique, rue Belliard, 19, à Bruxelles.
PELLAT Ed, rue de Vaugirard, 77, Paris.
POTIER, Ingénieur en chef des Mines, boulevard Saint-Michel, 89, Paris.
PRESTWICH, Shoreham, près Sevenoaks, Kent.
RENARD, Professeur de Géologie à l'Université de Gand.
SCHLUTER, Professeur de Géologie à l'Université de Bonn.
VELAIN, Professeur de Géographie physique à la Sorbonne, Paris.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DU NORD

Séance solennelle du 8 Janvier 1896

Les collègues, les amis et les élèves de M. Gosselet s'étaient réunis à la Faculté des Sciences pour offrir son portrait, au savant fondateur de la Société Géologique et de l'enseignement géologique dans le Nord, en témoignage de leur amitié et de leur haute estime.

Étaient présents [1] :

MM.

BAYET, Correspondant de l'Institut, Recteur de l'Université de Lille.

* Ch. BARROIS, Président de la Société Géologique du Nord, et du Comité de souscription.

ALLIOU, Professeur au Collège de Condé.

BERTOUX, Émile, Préparateur de Physique à la Faculté des Sciences de Lille.

---

(1) L'astérisque indique les Membres de la Société Géologique du Nord.

* BERTRAND, C. Eg. Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.
BIENVENU, Paul, Étudiant en Médecine, à Lille.
BOULANGER, A., Agrégé de l'Université, à Lille.
* BOUSSEMAER, Membre de la Société Géologique, Ingénieur civil, à Lille.
* BREGI, Membre de la Société Géologique, Ingénieur civil, à Lille.
BUISINE, A., Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.
* CAYEUX, L., Préparateur aux Écoles des Mines et des Ponts-et-Chaussées, à Paris.
CLOUEZ, Maître répétiteur au Lycée de Lille.
* CRESPEL, Richard, Membre de la Société Géologique, à Lille.
DANTAN, Préparateur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Lille.
* DEBLOCK, Membre de la Société Géologique, Pharmacien à Lille.
DECROIX, Jean, Étudiant à Lille.
* DEFRENNE, A., Propriétaire, Membre de la Société Géologique, à Lille.
DELANGHE, Charles, Pharmacien à Roubaix.
* DELECROIX, Émile, Vice-Président de la Société Géologique, Avocat, à Lille.
DELIGNY, Jules, Préparateur de chimie, Faculté des Sciences de Lille.
DESIRY, Étudiant à la Faculté des Sciences, à Lille.
* DEWATINES, Membre de la Société Géologique, à Lille.
D'HARDIVILLIERS, Licencié ès-sciences naturelles, à Lille.
* DE DORLODOT (le Chanoine), Professeur à l'Université de Louvain.
* FLIPO, Louis, Membre de la Société Géologique, à Deûlémont.
* FOCKEU, Membre de la Société Géologique, Docteur en médecine à Lille.
FOURNEZ, Gaston, Étudiant à la Faculté de Droit, à Lille.
GAGNY, Paul, Étudiant à la Faculté des Sciences, à Bapaume.
GIR, A., Préparateur à la Faculté des Sciences de Lille.
* GOBLET, Ingénieur à Croix.
* HALLEZ, Paul, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.
* HASSENPFLUG, Hans, Membre de la Société Géologique, Docteur-Chimiste à Flers.
HAUTEFEUILLE, Étudiant à la Faculté des Sciences, à Lille.
* HELSON, Membre de la Société Géologique, Ingénieur civil des Mines à Lille.

* HETTE, Alexandre, Membre de la Société Géologique, à Lille.
  JOUNIAUX, Préparateur de chimie à la Faculté des Sciences, à Lille.
  LABBE, Étudiant à la Faculté des Sciences, à Lille.
* LADRIÈRE, Jules, Directeur de l'École Communale du square Dutilleul, à Lille.
* LAGAISSE, E., Professeur à l'École Supérieure, à Haubourdin.
* LAY, Ismaël, Membre de la Société Géologique, Pharmacien à Aire-sur-la-Lys.
* LECOCQ, Gustave, Membre de la Société Géologique, à Lille.
  LERICHE, Étudiant à la Faculté des Sciences de Lille.
* LIÉGEOIS-SIX, Membre de la Société Géologique, Imprimeur à Lille.
* MALAQUIN, Préparateur à la Faculté des Sciences de Lille.
  MATIGON, Camille, Maitre de Conférences à la Faculté des Sciences de Lille.
  MAYEUR, Artiste à Carvin.
  MESTDAGH, Robert, Étudiant à la Faculté des Sciences, à Lille.
* MEYER, Adolphe, Membre de la Société Géologique, Chimiste à Lille.
  MEYER, Paul, Membre de la Société Géologique, à Lille.
* MONIEZ, R., Professeur à la Faculté de Médecine, à Lille.
  PAILLOT, R., Chef des travaux pratiques à la Faculté des Sciences de Lille.
* PARENT, Henri, Préparateur à la Faculté des Sciences de Lille.
  PECQUERIAUX, René, Étudiant à la Faculté des Sciences de Lille.
  PÉLABON, Henri, Maitre de Conférences à la Faculté des Sciences de Lille.
  PELTIER, Secrétaire de l'Académie de Lille.
  PROUHO, H., Maitre de Conférences de Zoologie à la Faculté des Sciences de Lille.
* QUARRÉ-REYBOURBON, Membre de la Société Géologique, à Lille.
* QUEVA, Charles, Maitre de Conférences à la Faculté des Sciences de Lille.
* RIGAUT, Adolphe, ancien Adjoint au Maire de Lille.
* RIGAUX, Henri, Archiviste de la Ville de Lille.
* SMITS, Membre de la Société Géologique, Ingénieur à Lille.
  SOUILLART, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.
  SPETEBROOT, Licencié ès-sciences, à Lille.
* SUTTER, J.-M., Licencié ès-sciences, à Lille.

* BERTRAND, C. Eg. Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.
BIENVENU, Paul, Étudiant en Médecine, à Lille.
BOULANGER, A., Agrégé de l'Université, à Lille.
* BOUSSEMAER, Membre de la Société Géologique, Ingénieur civil, à Lille.
* BREGI, Membre de la Société Géologique, Ingénieur civil, à Lille.
BUISINE, A., Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.
* CAYEUX, L., Préparateur aux Écoles des Mines et des Ponts-et-Chaussées, à Paris.
CLOUEZ, Maitre répétiteur au Lycée de Lille.
* CRESPEL, Richard, Membre de la Société Géologique, à Lille.
DANTAN, Préparateur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Lille.
* DEBLOCK, Membre de la Société Géologique, Pharmacien à Lille.
DECROIX, Jean, Étudiant à Lille.
* DEFRENNE, A., Propriétaire, Membre de la Société Géologique, à Lille.
DELANGHE, Charles, Pharmacien à Roubaix.
* DELECROIX, Émile, Vice-Président de la Société Géologique, Avocat, à Lille.
DELIGNY, Jules, Préparateur de chimie, Faculté des Sciences de Lille.
DESIRY, Étudiant à la Faculté des Sciences, à Lille.
* DEWATINES, Membre de la Société Géologique, à Lille.
D'HARDIVILLIERS, Licencié ès-sciences naturelles, à Lille.
* DE DORLODOT (le Chanoine), Professeur à l'Université de Louvain.
* FLIPO, Louis, Membre de la Société Géologique, à Deûlémont.
* FOCKEU, Membre de la Société Géologique, Docteur en médecine à Lille.
FOURNEZ, Gaston, Étudiant à la Faculté de Droit, à Lille.
GAGNY, Paul, Étudiant à la Faculté des Sciences, à Bapaume.
GIR, A., Préparateur à la Faculté des Sciences de Lille.
* GOBLET, Ingénieur à Croix.
* HALLEZ, Paul, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.
* HASSENPFLUG, Hans, Membre de la Société Géologique, Docteur-Chimiste à Flers.
HAUTEFEUILLE, Étudiant à la Faculté des Sciences, à Lille.
* HELSON, Membre de la Société Géologique, Ingénieur civil des Mines à Lille.

* HETTE, Alexandre, Membre de la Société Géologique, à Lille.
JOUNIAUX, Préparateur de chimie à la Faculté des Sciences, à Lille.
LABBE, Étudiant à la Faculté des Sciences, à Lille.
* LADRIÈRE, Jules, Directeur de l'École Communale du square Dutilleul, à Lille.
* LAGAISSE, E., Professeur à l'École Supérieure, à Haubourdin.
* LAY, Ismaël, Membre de la Société Géologique, Pharmacien à Aire-sur-la-Lys.
* LECOCQ, Gustave, Membre de la Société Géologique, à Lille.
LERICHE, Étudiant à la Faculté des Sciences de Lille.
* LIÉGEOIS-SIX, Membre de la Société Géologique, Imprimeur à Lille.
* MALAQUIN, Préparateur à la Faculté des Sciences de Lille.
MATIGON, Camille, Maitre de Conférences à la Faculté des Sciences de Lille.
MAYEUR, Artiste à Carvin.
MESTDAGH, Robert, Étudiant à la Faculté des Sciences, à Lille.
* MEYER, Adolphe, Membre de la Société Géologique, Chimiste à Lille.
MEYER, Paul, Membre de la Société Géologique, à Lille.
* MONIEZ, R., Professeur à la Faculté de Médecine, à Lille.
PAILLOT, R., Chef des travaux pratiques à la Faculté des Sciences de Lille.
* PARENT, Henri, Préparateur à la Faculté des Sciences de Lille.
PECQUERIAUX, René, Étudiant à la Faculté des Sciences de Lille.
PÉLABON, Henri, Maitre de Conférences à la Faculté des Sciences de Lille.
PELTIER, Secrétaire de l'Académie de Lille.
PROUHO, H., Maitre de Conférences de Zoologie à la Faculté des Sciences de Lille.
* QUARRÉ-REYBOURBON, Membre de la Société Géologique, à Lille.
* QUEVA, Charles, Maitre de Conférences à la Faculté des Sciences de Lille.
* RIGAUT, Adolphe, ancien Adjoint au Maire de Lille.
* RIGAUX, Henri, Archiviste de la Ville de Lille.
* SMITS, Membre de la Société Géologique, Ingénieur à Lille.
SOUILLART, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.
SPETEBROOT, Licencié ès-sciences, à Lille.
* SUTTER, J.-M., Licencié ès-sciences, à Lille.

SWYNGHEDAUW, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences, à Lille.
* THÉRY-DELATTRE, Professeur au Collège, à Hazebrouck.
* VAILLANT, Victor, Préparateur à la Faculté des Sciences de Lille.
* VANDENBROECK, Conservateur au Musée d'Histoire Naturelle de Bruxelles.
VANHENDE, Membre de la Société des Sciences de Lille.
VANROYEN, Maurice, Étudiant à la Faculté des Sciences, à Douai.
* WARTEL, Membre de la Société Géologique, Docteur en Médecine, à Lille.
WILLM, Ed., Professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Lille.

Des télégrammes ou des lettres de félicitations avaient été envoyés par un grand nombre de personnes qui n'avaient pas pu assister à la réunion.

MM.

* ARRAULT, Paulin, Ingénieur, à Paris.
* BIGOT, Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Caen.
* CHAPUY, P., Ingénieur des Mines, à Lille.
* COUVREUR, Licencié ès-sciences naturelles, à Gondecourt.
CREVAUX, Proviseur du Lycée de Rochefort-sur-Mer.
DEHAISNE Mgr, Archiviste honoraire du Département du Nord.
DELAGE, A., Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Montpellier.
DELIGNE, Membre de la Société des Sciences de Lille.
* DELVAUX, Émile, Membre de la Société Géologique, à Bruxelles.
* DENIS, Professeur à l'École primaire supérieure, à Tourcoing.
* DERENNES, Membre de la Société Géologique, Ingénieur-chimiste, à Paris.
* DEWALQUE, Professeur à l'Université de Liège.
DUCAMP, Louis, Préparateur à la Faculté des Sciences de Lille.
* DUMONT, Membre de la Société Géologique, Docteur en médecine, à Mons-en-Barœul.
* DUTERTRE, Docteur à Boulogne-sur-Mer.
* GAUDRY, Albert, Membre de l'Institut, à Paris.
* DE GUERNE (Baron Jules), ancien Président de la Société Géologique du Nord, à Paris.

* HERLIN, Georges, Membre de la Société Géologique, Notaire, à Lille.
* HOVELACQUE, Maurice, Docteur ès-sciences à Paris.
* MALAISE, Professeur, Membre de l'Académie royale de Belgique.
* MAURICE, Membre de la Société Géologique du Nord.
* MOULAN, Ingénieur, à Læken.
* MOURLON, Michel, Membre de l'Académie royale des Sciences de Belgique.

SALMON, Julien, Préparateur de Botanique à la Faculté des Sciences de Lille.

SOLVAY, Ernest, Ingénieur à Bruxelles.

M. Ch. Barrois donne lecture de l'adresse suivante :

CHER MAITRE,

Votre récente promotion a fourni à vos amis, à vos élèves, une nouvelle occasion de se compter, et nous venons en leur nom vous prier d'accepter ce portrait, qui leur rappelle les traits d'un maître vénéré. Je ne ferai pas l'énumération de tous les droits que vous avez à l'affection, au respect, à la reconnaissance de tous ceux qui vous entourent : il est un petit nombre d'hommes que les éloges font rougir et que la vérité même importune lorsqu'elle est flatteuse.

Mais votre énergie dans l'exécution de vos travaux sur le terrain, votre constance pour l'achèvement de nos collections régionales, votre rare talent d'exposition et l'enthousiasme de votre enseignement, votre amitié pour tous vos collègues, votre dévouement pour vos élèves, l'éclat que vous faites rejaillir sur notre Société et par dessus tout, votre amour désintéressé du devoir, — voilà cependant des traits que nous ne saurions ni oublier ni dissimuler, car ils sont présents aux yeux de tous ceux qui vous connaissent ! Ils demeureront toujours gravés dans le cœur de vos élèves, de vos amis, et de tous les Membres de la Société Géologique du Nord.

M. Ch. Barrois remet ensuite à M. Gosselet, en même temps que la liste des souscripteurs, un portrait gravé en taille douce par le fin burin de M. Mayeur. La gravure, le cadre en chêne sculpté et l'album qui renferme la liste des souscripteurs, font également honneur aux artistes lillois. On remarque beaucoup la reliure de l'album, œuvre de M. Dewatines, qui porte, gaufrée sur la couverture, la Carte géologique du Département du Nord.

M. Gosselet remercie à la fois M. Barrois, les amis qui l'entourent, et tous ceux qui se sont joints en cette circonstance aux membres de la Société géologique du Nord ; profondément touché de cette manifestation, il en conservera toujours le souvenir précieux.

M. Bayet, Recteur de l'Académie, rappelle aux applaudissements de l'assemblée, la haute autorité de M. Gosselet comme chef d'école, la reconnaissance et l'affection que lui portent ses élèves ; il est heureux de féliciter l'homme autant que le savant et le professeur.

M. Van den Broeck présente à M. Gosselet les félicitations des géologues belges et rappelle les services qu'il a rendus à la géologie de la Belgique.

A la suite des discours un punch a été offert à M. Gosselet par les souscripteurs.

Séance du 15 Janvier 1896

On procède au renouvellement du Bureau, 12 Membres étaient présents, 34 ont voté par correspondance. Ont été élus :

Président :	MM. DELECROIX.
Vice-Président :	QUEVA.
Secrétaire :	VAILLANT.
Trésorier :	CRESPEL.
Bibliothécaire :	QUARRÉ-REYBOURBON.

M. **Barrois**, Président sortant est élu Membre du Conseil en remplacement de M. Lecocq, dont le mandat est expiré.

M. **Goblet** fait une communication sur un sondage fait à Croix, il présente des échantillons provenant de ce sondage.

Le Secrétaire lit la note suivante envoyée par l'auteur.

Rhynchonella Dumonti *et* Cyrtia Murchisoniana *dans les schistes de Matagne*

par **H. Forir**

Le lever de la feuille Agimont-Beauraing de la *Carte géologique détaillée de la Belgique* m'a fourni l'occasion de trouver les deux fossiles mentionnés dans le titre de cette note à un niveau où l'on n'est pas accoutumé à les rencontrer, à savoir, au milieu des schistes de Matagne les mieux caractérisés.

En suivant la route de Givet (France) à Beauraing (Belgique), on observe, à une centaine de mètres à l'W. du bureau de la douane belge connu sous le nom de Petit-Caporal, des schistes moyennement feuilletés, bien développés dans les tranchées qui longent la route au N. et au S. Ces schistes sont encore visibles sur quatre-vingt mètres environ dans les tranchées du chemin de Dion quittant la route au S., où ils reposent en concordance sur les schistes de Matagne à *Cardiola retrostriata*. Au contraire, à l'extrémité orientale de la tranchée longeant la grand' route au N., les schistes de Matagne typiques reposent sur les couches en question et on les retrouve bien visibles et contenant de nombreuses cardioles dans un petit sentier parallèle à la route, un peu au N. de celle-ci. Ces schistes de Matagne sont limités au S., au chemin de Dion, par les schistes noduleux de Frasnes et au N., à la route de Fes-

chaux, par les schistes typiques de Senzeilles où j'ai trouvé plusieurs *Rhynchonella Omaliusi*. C'est au milieu des schistes moyennement feuilletés que j'ai rencontré, tant à la grand' route, qu'au chemin de Dion, plusieurs exemplaires de *Rhynchonella Dumonti*.

Le même fossile se retrouve dans les schistes noirs très feuilletés contenant en abondance *Cardiola retrostriata*, à quelques mètres à l'W. du croisement de la même grand' route et du chemin de Baronville. On le voit encore, mais dans des schistes moyennement feuilletés renfermés dans les schistes de Matagne typiques, le long de ce dernier chemin, à 640^{m} du N. de la 5e borne kilométrique de la même grand' route.

Enfin, lors de l'excursion de la Société géologique de Belgique en septembre dernier, *Rhynchonella Dumonti* a été trouvé en abondance également dans des schistes feuilletés, formant un petit bassin dans les schistes de Matagne à *Cardiola retrostriata*, *Hyolithes* [1] et *Cypridina serratostriata*, dans la tranchée située au S. du 1er viaduc surmontant la voie ferrée de Beauraing vers Dinant. C'est dans ce dernier gisement que j'ai également trouvé *Cyrtia Murchisoniana*. Mais cette découverte est moins étonnante que la première, car M. Dupont a déjà signalé la présence de ce fossile à Melreux, dans les schistes de Barvaux, qui sont l'équivalent des schistes de Matagne et moi-même, j'ai eu l'occasion de le rencontrer en abondance dans les mêmes couches un peu au N. du point signalé par M. Dupont. M. le professeur Gosselet qui a bien voulu confirmer la détermination de mes Rhynchonelles a attiré mon attention sur un phénomène analogue

(1) D'après mon vénéré Maître G. Dewalque, ces fossiles, connus jusqu'ici sous le nom de *Bactrites*, n'appartiennent pas à ce genre, mais au genre *Hyolithes*.

qu'il a signalé à Trélon et sur les bords du Scheloupe, près de Givet, phénomène qu'il attribue à une lacune sporadique du niveau à *Rhynchonella Omaliusi,* laquelle aurait mis en contact le niveau à *Rhynchonella Dumonti* et celui à *Cardiola retrostriata* en ces deux endroits.

Je ne connais pas les environs de Trélon et il est très probable que l'explication donnée par notre illustre confrère soit exacte ici, mais j'ai de bonnes raisons de croire qu'il n'en est pas de même pour le point mentionné des bords du Scheloupe, peu éloigné du Petit-Caporal, et où l'explication que j'avance me paraît se rapprocher davantage de la réalité.

Ces découvertes ne diminuent nullement la valeur de la *Rhynchonella Dumonti* pour caractériser par son abondance l'assise de Marienbourg (1), mais leur divulgation a uniquement pour but de mettre en garde contre certaines erreurs pouvant se produire par un examen superficiel.

Je saisis cette occasion pour prier M. le professeur Gosselet d'agréer l'expression de ma reconnaissance pour son inépuisable complaisance et pour les conseils judicieux qu'il veut bien me prodiguer.

Séance du 9 février 1896

M. **Delecroix**, Président, remercie de son élection à la présidence et fait des vœux pour la prospérité de la Société.

M. **Queva** remercie également de son élection à la vice-présidence.

M. **Ladrière** présente la carte agronomique de la commune de Crespin et indique sur quelles bases et par quels procédés il l'a construite.

---

(1) Je l'ai rencontrée sporadiquement et en individus isolés en plusieurs endroits dans l'assise de Senzeilles à *Rhynchonella Omaliusi.*

Note sur la **terminaison méridionale** *du massif* **Cambrien** *de* **Stavelot** *et sur le* **Grès** *de* **Samré**

par **J. Gosselet** [1].

Le déménagement des collections de la Faculté des Sciences a remis sous mes yeux des échantillons que j'avais recueillis, il y a longtemps, et sur lesquels je désire appeler l'attention de la Société.

1. Si on examine la carte géologique de Dumont, on voit que le massif Ardennais (Cambrien) de Stavelot se termine au S. par trois grands prolongements, que je désignerai sous le nom de prolongements des Tailles, d'Odeigne et de Dochamps, et que Dumont rapporte complètement à son système Salmien.

Prolongement salmien des Tailles. — Dumont s'est trompé en plaçant la Baraque de Fraiture sur le salmien. Comme je l'ai déjà dit [2], on trouve l'arkose dévonienne tout autour de cette maison. Elle affleure sur les routes d'Aywaille et de Stavelot. C'est elle qui forme à l'E. le fond imperméable de la Fange, dite Wez des Pourceaux. Le rocher d'Effalise est un rocher d'arkose en bancs inclinés de 42° au S., 35° E [3], et toute cette partie du territoire de Bihain est couverte de blocs d'arkose éboulés ; un peu à l'E., la Croix de Bierre est aussi sur l'arkose ; il faut de ce côté reculer la limite du dévonien de 250 m. vers le nord.

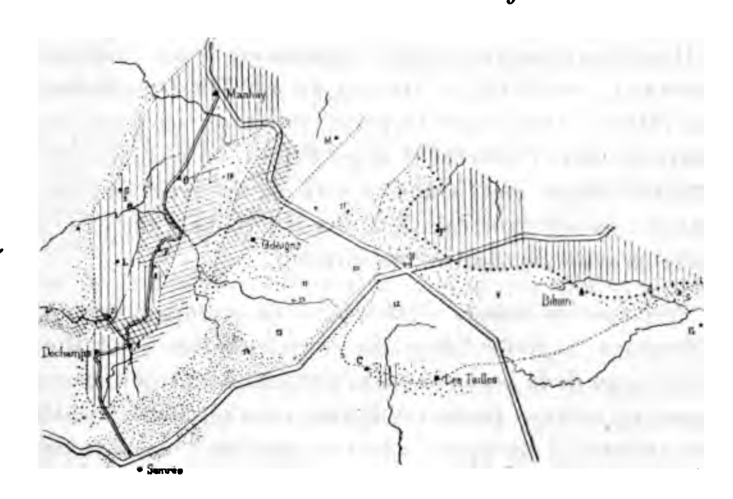
Tout le plateau à l'O. de Fraiture est sur l'arkose, ainsi que le bois de Groumont au S.-O. La limite que Dumont fait passer aux Tailles et à Chabreheid, doit être reportée

(1) Lu dans la séance du 20 novembre 1895.

(2) Ann. Soc. Géol. du Nord, XV, p. 282.

(3) Ibid., p. 285.

Carte des environs d'Odeigne



Quarzophyllades et phyllades salmiens.

Schistes rouges, gédinniens pour Dumont.

Schistes rouges, salmiens pour Dumont.

Arkose.

Grès blanc de Samré.

Limite du dévonien du plateau des Tailles, d'après Dumont.

Limite adoptée.

B. Baraque de Fraiture.
C. Chabreheid.
F. Freyneux.
Fr. Fraiture.
G. Langlir.
L. Lanormesnil.
M. Malempré.
O. Oster.
S. La Fosse.

1. Scierie de Dochamps.
2. Moulin de Dochamps.
3. Moulin de la Fosse.
4. Bois de Groumont.
5. Croix de Bièvre
6. Rochers d'Effalize.
7. Chapelle Lejeune.
8. Belle-Haye.
9. Fond de Nazieu.
10. Bonne amme de Piré.
11. Laid bois.
12. Fays.
13. La Goutte.
14. Carrière du ruisseau d'Aisne.
15. Bahon.
16. Croix Saint-Jacques.

à 4 kilomètres au N.-E.. Le village des Tailles est sur l'arkose, et celui de Chabreheid sur les schistes rouge-lie-de-vin gédinniens, supérieurs à l'arkose.

Il ne faut pas cependant repousser d'une manière absolue la possibilité de trouver du salmien dans le fond des vallées. Ainsi dans la petite vallée du ruisseau des Noireris, entre Chabreheid et les Tailles, on voit, sous les schistes rouges, de l'arkose mélangée de grès verdâtre, puis du schiste bleu, compact, oligistifère, bien analogue à certains schistes zonaires du salmien.

Prolongement salmien d'Odeigne. — Ce prolongement qui affleure sur la route d'Aywaille entre les bornes 89 et 91 et qui s'étend de la borne 89 jusqu'à Odeigne est uniquement formé de schistes rouge-lie-de-vin, assez phylladiques. Ils ressemblent à quelques schistes salmiens, mais ils ont encore bien plus d'analogie avec les schistes gédinniens. On ne peut pas les séparer des schistes de la borne 88 que Dumont a mis dans le gédinnien. Si on prend le chemin qui va de la borne 89 à Odeigne, on marche sur les schistes rouges qui coupent le chemin. Dumont place, on ne voit pas pourquoi, ceux de l'E. dans le dévonien et ceux de l'O. dans le salmien.

Ce qui pourrait donner à supposer que tous ces schistes sont salmiens c'est qu'ils sont recouverts de blocs d'arkose autour des bornes 90 et 91. Ces blocs peuvent être éboulés de la colline côte 571, qui est plus élevée que la route et dont le sol est couvert d'arkose. Il serait peut-être plus simple d'admettre avec Dumont que l'arkose se repose en stratification discordante sur des schistes rouges, qui, alors, ne peuvent être que salmiens. Mais on peut encore faire une autre hypothèse ; les schistes rouges de la route sont peut-être intercalés dans l'arkose, comme on en verra un exemple plus loin.

Le village d'Odeigne est construit dans un large vallon creusé dans les schistes phylladiques rouges et entouré de toutes parts de collines d'arkose. Là encore, on peut admettre une stratification discordante de l'arkose sur le salmien.

Prolongement salmien de Dochamps. — C'est le plus intéressant, parce qu'il offre une coupe régulière que l'on peut suivre depuis Manhay jusqu'au S. de Dochamps, sur une longueur de 10 kilomètres. Les couches y sont inclinées au S. perpendiculairement à la direction dudit prolongement.

Manhay est sur un affleurement de quarzophyllades verdâtres ; entre Manhay et Oster, on voit des phyllades noirs satinés qui alternent avec des quarzophyllades sous Oster et au S. du village. Au N. de La Fosse, on exploite du schiste quarzeux vert, probablement inférieur aux phyllades noirs d'Oster, que l'on voit avec leurs quarzophyllades intercalés, au moulin au S. du village. Ces roches dont l'inclinaison est au S. plus ou moins E. sont évidemment salmiennes.

Les quarzophyllades peuvent se suivre sous Lanormesnil, sur le côté occidental d'un sillon formé par deux ruisseaux venant, l'un du Nord, l'autre du Sud, joindre le ruisseau d'Odeigne au moulin de la Fosse.

Le côté oriental du même sillon montre à Freynieux et au N. du village, des schistes phylladiques rouges, qui ont presque la même direction que les quarzophyllades et doivent aller butter contre eux.

Les quarzophyllades recommencent immédiatement au S. de Freynieux. Entre ce village et la chapelle Lejeune, il y a une belle tranchée ouverte dans des quarzophyllades et des schistes gris-verdâtre, inclinés de 45° au S. 10° O. Ils affleurent aussi partout au S. de Lanormesnil.

Au moulin qui est au N. de Dochamps, sur le ruisseau de Lue, on voit apparaître des phyllades violacés inclinés au S. Ils sont limités à l'O. par l'arkose et buttent contre elle ou s'enfoncent sous elle. Après avoir marché une centaine de mètres sur l'arkose, on rencontre de nouveau des schistes rouges remplis de gros grains de quarz, et évidemment, subordonnés à l'arkose, qui reparaît une centaine de mètres plus loin, puis est recouverte de nouveau par des schistes rouges évidemment gédinniens.

Les schistes rouges du moulin de Dochamps s'élargissent beaucoup vers l'est; ils occupent un espace de deux kilomètres sur la route de Manhay à La Roche.

Cette route traverse à la scierie de Dochamps un petit massif de quarzophyllades noirs que l'on a cherché à employer comme ardoise. Il n'a que 400 m. de largeur et au S., on retrouve le long du ruisseau, les phyllades rouges.

Les quarzophyllades noirs s'étendent beaucoup à l'O. sous le village de Dochamps, ainsi que sur les prairies qui sont au N. du village. Au S. du village, on voit des quarzophyllades et des schistes verdâtres exploités le long du chemin de Samré. Avant d'arriver à la route de Bouillon à Stavelot, on rencontre le poudingue, l'arkose et les schistes bigarrés gédinniens.

Cette bande de quarzophyllades de Dochamps n'a pas plus de 1 k. de largeur sur 3 k. de longueur; elle est limitée à droite et à gauche par des affleurements de gédinnien, entre lesquels elle forme une légère dépression; elle se rétrécit vers le S., à mesure que le terrain s'élève, et elle disparaît avant d'atteindre la route précitée.

Ainsi le prolongement salmien de Dochamps montre trois bandes de quarzophyllades et de phyllades verts et noirs, séparés par deux bandes de schistes rouges. Ces deux bandes rouges s'élargissent vers l'E, et se retrécissent

au point de disparaître à l'O. Les roches qui les constituent sont plus phylladiques que les schistes rouges du salmien, elles ressemblent même un peu aux phyllades de Fumai, comme l'avait déjà reconnu Dumont.

II. Sur la carte de Dumont les trois prolongements salmiens des Tailles, d'Odeigne et de Dochamps sont séparés par deux digitations de terrain dévonien (gédinnien) qui se relient au dévonien de La Roche.

Le gédinnien de la région de La Roche est formé par la série suivante de bas en haut :

Arkose
Grès blanc,
Schistes rouge-lie-de-vin.
Schistes verdâtres.

Ces assises sont bien connues à l'exception du Grès blanc sur lequel je reviendrai plus tard.

Digitation de la borne 88. — Entre les prolongements salmiens des Tailles et d'Odeigne, s'étend un plateau d'arkose qui se détache du plateau arkosique des Tailles au N. de la Baraque de Fraiture, forme la colline du signal géodésique de Malempré (côte 651), les fanges et les landes de Fond de Nazieux, de Bonne Amme de Piré, de Laid-Bois, du Fays et de la Goutte. D'après Dumont il s'étend assez loin au N. de la route d'Aywaille. On y voit, par places, quelques fragments de grès blanc, particulièrement à l'E. de Fraiture et quelques rares affleurements de schistes rouges.

Dumont rapporte au gédinnien le schiste phylladique rouge de la route d'Aywaille, borne 88, situé sur cette digitation. Il a déjà été dit qu'il ne peut pas se séparer des schistes supposés salmiens, de la borne 89 et de la borne 90. Ces roches rouges sont à un niveau plus bas que

l'arkose. Elles se relient par continuité avec celles d'Odeigne, qui ont aussi été considérées comme salmiennes par Dumont.

A 2 kilomètres au S.-E. d'Odeigne, dans le fond du ruisseau d'Aisne, il y a une carrière de schistes quarzeux verdâtres, dont l'attribution est assez difficile, je suis disposé à les considérer comme subordonnés à l'arkose.

Digitation de la borne 91 ou de Bahou. — La bande gédinnienne qui sépare le prolongement d'Odeigne de celui de Dochamps commence au N. par l'affleurement d'arkose de la route d'Aywaille, à l'E. du kilomètre 91. Elle comprend la grande colline de Bahou (côte 571), couverte de débris d'arkose, de grès blanc et de schistes rouges, et la colline qui forme la partie occidentale du territoire de Dochamps, colline couverte de landes et de bois, que j'ai peu étudiée.

Ces deux collines sont séparées par une profonde vallée où se réunissent les ruisseaux d'Aisne et de Fays et que traverse la route d'Odeigne à Freyneux.

Si l'on descend d'Odeigne en suivant cette route, on rencontre au premier tournant les phyllades rouges ; après le second tournant viennent, sur 30 m. de longueur, des blocs d'arkose, puis de nouveau, des phyllades rouges, que l'on suit jusqu'au confluent des deux ruisseaux. Dumont a mis ces schistes dans le gédinnien. En effet, ils contiennent plusieurs bancs subordonnés d'arkose, qui affleurent sur la rive droite du ruisseau.

Les mêmes phyllades rouges se suivent au N.-O sur la nouvelle route de Freyneux à Oster et au S.-O. sur le chemin d'Odeigne à Freyneux. Dans ces deux cas, Dumont les place dans le salmien.

En résumé on ne peut pas séparer tous ces schistes rouges; ils se suivent pas à pas, il sont tous : ou salmiens, ou gédinniens. Par leur aspect et leur couleur, ils diffèrent des schistes salmiens. Dumont avait parfaitement saisi

cette différence, quand il dit que la couleur des phyllades de Dochamps rappelle les ardoises de Fumai.

Tenant compte de ces caractères, je suis disposé à les considérer comme des schistes gédinniens qui ont acquis par compression une structure plus phylladique. Les bandes rouges du prolongement de Dochamps, que Dumont place dans le salmien, ne seraient donc que des coins de gédinnien qui pénètreraient dans un massif de quarzophyllades salmiens.

Il faut aussi remarquer que les schistes rouges se relient stratigraphiquement à l'arkose.

Au moulin de Dochamps, il y a une épaisse masse de schiste, rouge, intercalée au milieu de l'arkose, et ce schiste contient de gros grains de quarz, analogues à ceux de l'arkose. A la scierie c'est de l'arkose, qui est intercalée au milieu des schistes rouges.

III. — Les grès blancs gédinniens dont il a été question plus haut, méritent toute l'attention du géologue. Ce sont des grès souvent assez purs, à grains fins, blancs, gris ou verdâtres ; dans ce cas, ils passent aux schistes quarzeux verdâtres. Ils sont bien stratifiés, en couches régulières dont l'ensemble peut atteindre 100 mètres. Dans un petit ravin au N. de Samré, ils constituent des rochers escarpés, d'où ils se sont éboulés en formant un cahos comparable aux amas de la forêt de Fontainebleau.

C'est au N. de Samré qu'ils occupent leur plus grand développement, aussi peut-on les désigner sous le nom de *Grès de Samré.*

On les voit entre ce village et la ferme Hennet ; ils affleurent sur la route de Stavelot, à la borne 78 et un peu au S. de cette borne ; puis près des bornes 79 et 80. Ils y sont mélangés de schistes compacts verdâtres, qui peuvent se rapporter à la même assise.

On retrouve plus loin le grès blanc, sur la route de Bihain à Langlir, entre l'arkose et les schistes rouges, puis au S.-E. de Provedroux, dans la même position ; je ne les ai pas suivis plus loin vers l'E.

On ne voit pas de coupe montrant nettement la position des grès blancs ; mais partout ils sont entre l'arkose et les schistes rouges ; ils occupent donc la place des grès fossilifères de Gdoumont, près Malmédy.

Sur le plateau qui est au N. de la Baraque de Fraiture, sur celui qui est entre cette Baraque et Odeigne, de même que sur la colline de Bahou, il y a du grès blanc, mais, comme on ne voit que des débris à la surface du sol, on ne peut pas déterminer sa position exacte par rapport à l'arkose.

On peut tirer des faits précédents les trois conclusions suivantes :

1° Le salmien s'étend moins loin vers le S. du massif de Stavelot que ne le figure la carte de Dumont.

2° Les phyllades rouges d'Odeigne et de la route d'Aywaille, que Dumont place dans le salmien, appartiennent au gédinnien.

3° Les grès blancs de Samré sont intermédiaires entre l'arkose et les schistes rouges.

Séance du 11 mars 1896

M. Barrois annonce à la Société que le célèbre géologue américain, M. **James Hall**, vient d'être l'objet d'imputations calomnieuses de la part de divers journaux français. Le Recteur de l'Académie de New-York a adressé une lettre de rectification à ces journaux.

Comme M. Hall est membre associé de la Société Géologique du Nord, M. Barrois pense que la Société devrait lui adresser une lettre de sympathie en cette pénible circonstance. La proposition est adoptée.

M. Gosselet rappelle que M. **Marcel Bertrand**, professeur à l'Ecole Nationale supérieure des Mines, membre de la Société Géologique du Nord, vient d'être élu membre de l'Institut. Il propose à la Société d'inscrire M. Bertrand sur la liste des membres associés, où se trouvent déjà tous les géologues membres de l'Institut.

M. **Barrois** fait une lecture sur les divisions géographiques de la Bretagne.

M. Gosselet fait la communication suivante :

Sur les **Cartes agronomiques**
par **J. Gosselet**

La question des cartes agronomiques est à l'ordre du jour dans notre région. On s'en préoccupe dans les Sociétés d'Agriculture des départements du Nord, de l'Aisne et du Pas-de-Calais ; on étudie la question en Belgique. Mais on peut constater des différences bien grandes dans la manière de les envisager.

Les uns supposent qu'il suffit pour faire une carte agronomique de prendre la carte géologique publiée par le ministère des travaux publics, de l'agrandir et d'inscrire dessus quelques analyses de terre ; d'autres y vont plus simplement encore, ils s'imaginent faire une carte agronomique en portant sur une carte les analyses du sol sans même les discuter au point de vue de leurs relations géologiques.

Je trouve ces deux procédés fâcheux, inégalement toutefois. La carte d'analyse chimique du sol ne peut être d'aucune utilité, parce que l'analyse chimique est insuffisante pour renseigner sur la valeur du sol ; quant à la carte géologique avec addition de notes chimiques, elle peut être une cause d'erreurs.

Pour apprécier la valeur agricole d'un champ, il faut connaître la terre arable, le sol vierge, qu'entame souvent le soc de la charrue et le sous-sol dont l'altération alimente par la base les sols vierges et arables à mesure que ceux-ci sont entraînés par les eaux pluviales et les charrois. C'est dans le sous-sol que l'on trouve les éléments essentiels du sol. Or qui peut, sans avoir fait beaucoup de géologie pratique, tracer les limites des divers sous-sols et par conséquent des sols. Dans la même parcelle on peut trouver plusieurs sous-sols, tandis que le même sous-sol s'étend parfois sur des centaines d'hectares. Donc, à moins de multiplier les analyses au-delà de toute mesure, il faut que les échantillons qui doivent servir aux analyses et éclairer sur la nature du sol soient prélevés par un géologue.

J'ajouterai que les analyses doivent être discutées à l'aide de considérations géologiques, sans quoi, elles ne fournissent que des données incomplètes et erronées.

Les substances sur lesquelles les cultivateurs ont intérêt à être renseignés et que l'analyse chimique peut leur dévoiler, sont : les azotates, les phosphates, la potasse, la chaux, l'alumine ou plutôt l'argile.

La quantité d'azotates contenue dans une terre dépend principalement de la manière dont elle a été cultivée et un peu du sous-sol. Les azotates que l'on trouve dans le sol de nos pays y ont été apportés sous forme d'engrais ou empruntés à l'atmosphère et fixés par la végétation, principalement par celle des légumineuses. Par conséquent leur quantité varie avec la culture. Une carte qui indiquerait en un point une certaine quantité d'azote, devient fausse si le mode de culture change, si la terre cesse d'être fumée. Les azotates des engrais entraînés par les eaux pluviales pénètrent dans le sol vierge et dans le sous-sol. Ils s'y disséminent et sont perdus pour la terre, si le sous-

sol est perméable jusqu'à une grande profondeur; ils restent au contraire à la surface et peuvent être atteints par les racines, si le sous-sol contient une couche imperméable, d'où la nécessité, pour apprécier la réserve d'azote contenue dans le sol, de connaître la nature géologique du sous-sol.

La quantité de phosphate, révélée par l'analyse dans le sol arable dépend de ce qui est apporté comme engrais et de ce qui est propre au sol. La première origine est prépondérante dans une grande partie du département. L'analyse chimique du sol, si elle n'est pas accompagnée de celle du sous-sol donnera donc des résultats variables avec la culture.

Cependant beaucoup de contrées crayeuses contiennent du phosphate de chaux naturel provenant de la destruction de la craie phosphatée. Le géologue peut juger si cette origine est possible et si par conséquent le phosphate est propre au sol vierge et au sous-sol.

La potasse est plus uniformément répandue dans le sol vierge. Mais pour la culture, il faut tenir compte de son état minéralogique. Tandis que la potasse, qui est à l'état de feldspath, de kaolin, de schiste, est facilement soluble dans l'eau pluviale chargée d'acide carbonique, celle qui est dans la glauconie ne sort de sa composition qu'avec la plus grande difficulté. Il n'a pas encore été prouvé que la glauconie fournisse de la potasse assimilable. Or la glauconie est excessivement abondante dans le département du Nord. L'analyse chimique, si elle n'est pas accompagnée de l'étude minéralogique, nous dira que le sol est riche en potasse, mais il ne nous apprendra pas si cette potasse peut être utile à la culture.

La chaux est un des éléments de richesse agricole qu'il est le plus nécessaire de connaître. Le géologue l'apprécie très approximativement par l'examen du terrain

tandis que l'analyse du sol arable ne permet pas de distinguer la quantité de chaux, propre au sol, de celle qui lui est apportée par le chaulage. Aussi quand on fait l'analyse d'une terre a-t-on soin généralement d'indiquer depuis quand elle a été marnée.

Une des qualités que le cultivateur a également grand intérêt à connaître, c'est la perméabilité du sol. Un sol trop perméable laisse filtrer les engrais qui se perdent dans le sous-sol, tandis que sur un sol imperméable, les eaux pluviales qui ruissellent à la surface entrainent ces mêmes engrais dans les ruisseaux et les rivières. Le sable est le type des terrains perméables; l'argile ou glaise représente dans le nord de la France le terrain essentiellement imperméable. Donc une carte agronomique doit représenter la nature sableuse ou argileuse du sol, c'est-à-dire la quantité de silice et la quantité d'alumine. La séparation de la silice et de l'alumine est une opération chimique très délicate. J'ajouterai qu'elle est insuffisante. Le sable en grains très fins se comporte comme le silicate d'alumine en produisant un terrain imperméable, tandis que de l'argile enveloppant de gros grains de sable n'empêchera pas la perméabilité du sol.

Je me suis étendu sur ces considérations pour démontrer que des cartes indiquant seulement des analyses chimiques qui ne sont pas guidées par des connaissances géologiques approfondies, n'ont aucune utilité, parce qu'elles ne renseignent pas sur le sous-sol, parce qu'elles confondent la composition variable due à la culture avec la composition naturelle du sol et par conséquent parce qu'elles seraient à recommencer tous les dix ans.

Si la carte de statistique purement chimique est inutile, la carte géologique pure avec annotations chimiques est dangereuse. La carte géologique de France est à l'échelle de 1/80,000, trop petite par conséquent pour pouvoir

recevoir les annotations chimiques. Les géologues qui les ont construites, et je puis en parler puisque je suis du nombre, se sont toujours préoccupés de la question scientifique, de l'âge du terrain, de la limite des assises ; or, dans une carte agronomique, l'âge des terrains importe peu ; ce qui doit prédominer, c'est le caractère minéralogique. J'ai déjà eu l'occasion de développer cette considération, de rappeler que nous colorons les argiles des dièves de Maroilles et du Favril de la même manière que la craie à *Inoceramus labiatus* du Pas-de-Calais, l'argile de Louvil comme le sable vert de Mons-en-Barœul. Comment veut-on que se reconnaisse le cultivateur qui consulte la carte agronomique ou même le chimiste qui y inscrit les résultats de ses analyses?

Mais ce n'est pas le seul inconvénient. En raison des faibles dimensions de l'échelle, nous sommes obligés de tricher, de rogner les dépôts très épais, très étendus pour faire place à des assises beaucoup plus minces qui ont un intérêt géologique considérable. Toutes ces erreurs volontaires ou autres se trouveront amplifiées, si on agrandit la carte au 1/40,000, ou même davantage.

Or, les seules échelles qui permettent de donner des renseignements agricoles est celle du 1/10,000 ou tout au plus celle du 1/20,000.

Si donc on veut prendre la géologie comme base de la carte agronomique, et tout le monde est d'accord sur ce point, il faut refaire la carte géologique, la corriger, la compléter, l'adapter en un mot au but que l'on se propose.

Il est je crois inutile d'ajouter que ce travail doit être fait par un géologue, et même par un géologue qui connait parfaitement la structure géologique du pays dont il veut tracer la carte agronomique.

C'est ce qui fait le grand mérite de la carte de la commune de Crespin que nous a présentée M, Ladrière

dans la dernière séance. Cette carte est essentiellement géologique, mais M. Ladrière a trouvé le moyen de marquer le sol et de le rendre assez transparent pour laisser voir le sous-sol. Des sondages très nombreux lui ont permis de se rendre compte exactement de ce sous-sol et de corriger sur une foule de points la carte géologique.

C'est avec une connaissance parfaite de la structure géologique du sol et du sous-sol qu'il a pu choisir les endroits où il devait prélever les échantillons destinés à l'analyse chimique.

Je terminerai en appelant l'attention de ceux qui s'occupent de cartes agronomiques sur un ordre d'idées qu'ils négligent à peu près complètement. C'est l'analyse minéralogique. On a vu plus haut combien il est nécessaire de connaître l'état de combinaison, où se trouve la potasse, la chaux, la silice et les autres substances nécessaires à la végétation.

Tel minéral s'altère facilement ; tel autre résiste à l'action de l'air, de l'acide carbonique et même de l'acide azotique qui peut se trouver dans les eaux terrestres.

Généralement, les agronomes qui font des cartes, commencent par tamiser la terre et rejettent les gros cailloux comme ne jouant que le rôle de matière inerte. N'est-il pas un peu imprudent ce mépris du caillou ? Le caillou fait l'office d'un drain, autour duquel l'eau de pluie circule plus facilement. Aussi, voyons-nous que les cailloux, même les cailloux de silex, qui sont dans le sol ont toutes leurs surfaces altérées; quand deux galets se touchent, la surface de contact présente une surface d'altération qui s'étend tout autour comme une auréole; il peut même arriver que l'action de l'eau chargée d'acide carbonique soit assez puissante pour dissoudre une partie du silex et donner naissance à ces galets impressionnés si

nombreux dans certains poudingues. J'ai montré depuis longtemps quelle était l'influence des cailloux pour le creusement naturel des poches à la surface de la craie. Ce qui est vrai des silex l'est à plus forte raison des cailloux calcaires, gypseux et même feldspathiques. Ils agissent physiquement en concentrant l'eau sur une surface restreinte; ils agissent surtout chimiquement par la dissolution qu'ils éprouvent. Il y a donc lieu de signaler leur présence et leur nature.

En résumé je pense qu'une carte agronomique doit être une carte géologique *spéciale* avec des indications chimiques et minéralogiques.

Je suis heureux de pouvoir abriter mon assertion, que l'on pourrait accuser de partialité sous l'autorité de M. Pétermann, l'éminent directeur de la Station agronomique de Gembloux, qui écrivait (1) :

Dans notre esprit, la carte agronomique ne doit pas être autre chose qu'une carte géologique détaillée, complétée par l'analyse chimique de la terre arable et du sol vierge. L'exécution de la carte agronomique est donc absolument et entièrement du domaine du géologue. Notre prétention ne va pas plus loin que de fournir aux géologues les éléments nécessaires pour compléter leur travail dans le sens que nous venons de développer, en un mot pour donner à leur œuvre un caractère agronomique.

Excursion géologique du 8 mars à **Ostricourt**

Dans cette excursion dirigée par M. le Professeur Gosselet, on a étudié la grande carrière de sable et l'argile qui lui est superposée.

---

(1) *L'exploration chimique de la terre arable*, 1890.

Séance du 22 mars 1896

Sur un rapport écrit de trois membres, M. **Marcel Bertrand** est élu *membre associé* de la Société Géologique du Nord.

M. le Dr **Sauvage**, directeur du Musée d'Histoire Naturelle de Boulogne-sur-Mer, est nommé membre titulaire de la Société.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante :

De l'existence de nombreux **Radiolaires** *dans le Tithonique supérieur de l'Ardèche,*

par **L. Cayeux.**

Le Tithonique supérieur du Sud de l'Ardèche est représenté par des calcaires blancs compacts, pauvres en fossiles et caractérisés par le *Perisphinctes transitorius.*

Au microscope, ces calcaires se montrent criblés de petits organismes qui présentent deux manières d'être principales :

1° Sections en cloches de formes variées, simples ou partagées en deux segments inégaux par un étranglement transversal (hauteur moyenne : $0^{mm},06$) ;

2° Sections circulaires ou faiblement elliptiques (diamètre moyen : $0^{mm},05$).

Les unes et les autres sont pourvues d'un double contour et treillissées. Ce sont des coupes pratiquées par la section de la roche dans des *Radiolaires* du groupe des *Cyrtoidea*. J'ai reconnu les genres suivants :

Section des Monocyrtida. — G. *Cornutanna* Hæckel, *Cyrtocalpis* Hæckel, et un genre nouveau qui s'intercale entre les deux précédents.

Section des DICYRTIDA. — G. *Sethocephalus* Hæckel, *Dictyocephalus ?* Ehrenb.

A ces formes je dois ajouter un *Rhopalostrum* Ehrenb, qui est l'unique représentant de l'ordre des *Discoidea*.

En résumé, des quatre légions de Radiolaires actuels, deux seules existent dans le Tithonique supérieur de l'Ardèche : ce sont les *Spumellaria* avec le genre *Rhopalostrum*, et les *Nassellaria* avec les formes de *Cyrtoidea* énumérées ci-dessus. Parmi ces derniers, les *Monocyrtida* prédominent de beaucoup et les *Cyrtocalpis* viennent au premier rang. Des recherches ultérieures pourront enrichir cette faune, mais on peut affirmer, dès maintenant, qu'elle a pour caractère d'être peu variée.

Les autres débris organiques qui prennent part à la formation du calcaire à *P. transitorius* sont des spicules calcifiés de *Spongiaires* et des *Foraminifères*. Ils sont d'une grande rareté.

J'ai prélevé les échantillons que j'ai examinés dans différentes localités du Sud de l'Ardèche : Auriolle, Saint-Alban, Berrias, Banne, etc. Tous sont d'une richesse surprenante en Radiolaires. Ces organismes y sont réunis en telle quantité que parfois ils se touchent. Le calcaire qui les renferme est donc issu d'une boue à Rhizopodes siliceux qui rappelle, par sa richesse en organismes, la boue à Radiolaires du Pacifique. Or, le calcaire à *P. transitorius* n'est nullement siliceux. Tous les Radiolaires, sans exception, ont été calcifiés et la substitution du carbonate de chaux à la silice s'est faite de façon à respecter non seulement la forme des organismes, mais encore les détails de structure de leur test. Ce phénomène de métamorphose est en tous points comparable à celui qui a donné les belles Diatomées calcifiées du calcaire de Sendaï (Japon).

Tous les genres cités plus haut vivent encore de nos

jours. Les *Rhopalostrum* recueillis par le *Challenger* sont pélagiques, à l'exception d'une seule espèce trouvée à 1950 brasses. Les *Sethocephalus* sont uniquement pélagiques. Quant aux *Cornutanna* et *Cyrtocalpis*, ils comptent des espèces tant de surface que de profondeur. Il n'y a donc pas de conclusion bien nette à tirer de la distribution bathymétrique actuelle des Radiolaires du Tithonique supérieur. Mais il y a, entre toutes les formes que j'ai examinées, une telle uniformité de taille et d'épaisseur de test, qu'il faut conclure que leur mode de vie a été le même. Comme un certain nombre sont exclusivement pélagiques, j'incline à penser que tous ont été des animaux de surface.

Mes recherches n'ont porté que sur des échantillons de l'Ardèche, mais je suis convaincu que la même composition organique se retrouvera au niveau de *P. transitorius*, bien au delà des limites de ce département.

En ce qui concerne la masse considérable de silice mise en liberté par la dissolution des coquilles de Radiolaires, il est à remarquer qu'elle ne s'est pas fixée sur place sous forme de rognons siliceux. Sauf de très rares exceptions, les silex sont absents dans toute la région que j'ai parcourue. *La silice a donc émigré du calcaire.*

Ce fait n'est d'ailleurs pas isolé. Il existe dans la même région de nombreux niveaux de *Spongiaires*. J'en ai reconnu dans les assises à *Ochetoceras canaliculatum, Peltoceras bimammatum, Perisphinctes polyplocus, Aspidoceras acanthicum* et jusque dans le Tithonique supérieur. Or, les spicules d'Éponges de ces terrains sont invariablement épigénisés par la calcite et les silex y sont inconnus. D'où cette conséquence que le Jurassique supérieur du Sud de l'Ardèche placé à l'origine, au point de vue des organismes siliceux, dans des conditions absolument comparables à celles du Crétacé supérieur du

Bassin de Paris est, pour ainsi dire, dépourvu de silex alors que la craie en renferme un très grand nombre. Je ne suis pas en mesure d'expliquer cette différence radicale. J'ajouterai qu'elle n'est pas spéciale à l'Ardèche. Elle est vraie pour beaucoup d'autres points. Sa généralité en rend l'explication plus mal aisée et aussi plus désirable.

M. le Dr Carton fait la lecture suivante :

Variations du **Régime des eaux** *dans l'Afrique du Nord* *par M. le Dr* **Carton**, Médecin major.

Lorsque l'archéologue recherche pourquoi les villes puissantes et nombreuses, les exploitations agricoles dont on rencontre à chaque pas les vestiges dans l'Afrique du Nord, ont été complètement abandonnées, pourquoi le sol couvert jadis de riches moissons, de forêts d'oliviers, est aujourd'hui inculte et dénudé, il est amené à étudier quelles ont été les conditions climatologiques, dans lesquelles ont vécu ses antiques habitants.

Dans cette contrée encore tempérée, mais relativement chaude, et sujette à de grandes oscillations de température, un élément semble, de nos jours, jouer le rôle principal parmi les phénomènes dont l'action a pour résultat d'y rendre impossible ou d'y permettre la vie, c'est l'eau. Dans les régions de l'Europe, et surtout dans l'Europe centrale, où l'eau ne manque presque jamais complètement, les effets de sa plus ou moins grande affluence se traduisent seulement par un accroissement ou une diminution, jamais par une suppression totale de l'activité humaine.

En Afrique, au contraire, la quantité d'eau qui échoit au sol oscille près des limites où elle cesse d'être assez abondante pour permettre à l'agriculture ou à la culture de se développer, et des variations, même légères dans la climatologie, peuvent avoir une grande importance.

Le volume des pluies reste-t-il au-dessous de ces limites, l'homme ne pourra vivre, ou n'y parviendra qu'au prix d'efforts considérables, et sous la menace perpétuelle de périr dans la lutte contre les éléments. Les précipitations atmosphériques sont-elles, au contraire, suffisantes pour permettre à la vie de se manifester, immédiatement, cette élévation de la température qui, dans le premier cas, était un si grand danger, devient ici une cause de fertilité, d'exubérance merveilleuses. Ainsi, dans l'Afrique du Nord, où florissait jadis une nombreuse population, une oscillation, même faible, dans la climatologie a pu produire un changement considérable.

Les causes de ce changement peuvent donc, tout en ayant entraîné des effets très importants, avoir été assez peu frappantes pour qu'on ait omis de leur accorder l'attention, la valeur, quelquefois très grandes, qu'elles méritent.

Cette remarque était nécessaire en raison des divergences d'opinion qui se sont produites relativement à la climatologie de l'Afrique.

L'étude de cette question est en effet très délicate.

En Afrique, on a cru longtemps et j'ai été, d'ailleurs, l'un des premiers à soutenir cette opinion, que la disparition des innombrables ouvrages d'art édifiés par les anciens, suffisait pour expliquer l'appauvrissement du pays.

Le rôle de ces travaux hydrauliques a été considérable, on ne saurait le méconnaître. Mais on doit remarquer que s'ils avaient pour but de recueillir et de conserver l'eau de pluie tombée à la surface du sol, ils n'augmentaient en rien le volume des précipitations.

Or, s'il est vrai que la quantité de liquide qui échoit à l'Afrique lui est suffisante, que, si l'on pouvait conserver une partie de celui qui tombe en hiver pour l'utiliser en

été, bien des points incultes seraient susceptibles de rapport, d'assez nombreux faits tendent à prouver que la somme annuelle des pluies n'en a pas moins varié.

L'eau est moins abondante que jadis à la surface du sol. Il est un fait d'observation, familier à tous ceux qui ont pratiqué l'Afrique: c'est en grande partie le manque d'eau qui empêche de faire des céréales dans de vastes régions, où les ruines des grandes villes indiquent, à n'en pas douter, que le sol portait autrefois de riches moissons. L'existence des forêts qui étaient jadis plus étendues que de nos jours et qui même ont disparu en bien des contrées atteste également ce fait (1).

Dans la profondeur du sol l'eau existait aussi autrefois en plus grande abondance. On a constaté, à plusieurs reprises, que la nappe aquifère s'est abaissée de façon plus ou moins considérable. Dernièrement encore, aux environs de Kasserine, l'administration tunisienne des travaux publics a fait dégager plusieurs puits romains, et, n'y rencontrant point d'eau, a poussé les fouilles bien au-dessous de la maçonnerie, sans résultat.

Il est difficile, en ce qui concerne le débit des sources, de trouver un point de comparaison bien sûr, qui permette d'assurer qu'il ait diminué considérablement, depuis le commencement de notre ère.

Toutes les villes importantes étaient, en effet, alimentées par des sources qui jaillissent encore, et munies de citernes où elles pouvaient, en hiver, emmagasiner une quantité considérable de liquide.

L'observation de ce qui s'observe au voisinage des exploitations agricoles, des fermes antiques est plus probant. Dans certains de ces petits centres, on trouve un

(1) V. Tissot. — *Géographie comparée de l'Afrique romaine*, I, p. 277 et suiv. ; — Docteur Carton : *Climatologie et Agriculture de l'Afrique ancienne*, p. 11.

aqueduc ruiné et des réservoirs de petites dimensions, qui étaient des puisards ou des bassins de distribution, mais pas de vastes réservoirs ou des citernes (1). A notre époque, la source qui les avoisine est tarie durant tout l'été. Comme il n'y a pas, dans le voisinage, d'autre moyen de se procurer l'eau, on doit admettre que l'absence de tout grand réservoir s'explique par ce fait qu'elle coulait autrefois toute l'année.

Ailleurs, j'ai constaté l'abaissement du niveau de la source, l'eau coulant au-dessous du bassin qu'elle alimentait autrefois.

Les forêts ont aussi, dans toute l'Afrique, diminué considérablement en étendue. Je pense que ce fait a causé en grande partie la diminution des pluies, bien plus tôt que cette dernière ait été cause du dépérissement des essences forestières. Car on peut dire que de nos jours et avec la sécheresse actuelle, l'homme pourrait encore rendre à l'Afrique son revêtement en arbres en choisissant des espèces appropriées. C'est pourquoi je n'insisterai pas, pour le moment, sur ce phénomène.

Quoiqu'il en soit, si l'eau tombe encore abondamment en hiver, l'humidité moins grande de la surface, l'abaissement de niveau des puits et des sources (que le seul abandon des travaux hydrauliques ne peut suffire à expliquer), indiquent que le volume annuel des pluies a diminué. On peut objecter à cette opinion que, retenue par les racines des arbres, le gazon, les barrages, l'eau pénétrait en plus grande abondance dans le sol, tandis que de nos jours elle ruisselle à la surface pour se

(1) V. les travaux hydrauliques de l'Aïn Hallouf : Dr Carton, *Essai de topographie archéologique sur la région de Souk-el Arba*, p. 19, et *passim*. Je dois ajouter que les ruines qui, comme celles-ci, n'ont pas de grands réservoirs ou de citernes sont tout à fait exceptionnelles.

précipiter dans les bas-fonds. Ce phénomène devait aussi contribuer à élever le niveau de la nappe aquifère ; mais, à mon sens, dans des proportions insuffisantes, pour expliquer à lui seul un changement aussi considérable que celui que j'ai en vue.

On voit, combien l'étude de cette question est complexe.

En outre, le volume annuel de l'eau qui tombe étant suffisant de nos jours comme il l'était jadis, la répartition seule en étant mauvaise j'ai eu, comme archéologue, moins à me préocuper de la quantité d'eau tombée que des résultats produits par la façon dont elle arrivait et dont elle se comportait sur le sol. J'ai donc recherché quelles causes pouvaient jadis modérer, régulariser le régime des eaux ; je parlerai seulement de celles qui offrent un intérêt géologique.

Les forêts ont joué ici un rôle capital. Je n'ai pas à revenir sur la façon dont elles ont pu contribuer à accroître la fréquence des pluies [1] ; mais elles agissent merveilleusement, on le sait, sur le ruissellement.

« Les gouttes de pluie, arrêtées dans leur chute, glissent le long des feuilles, des branches, retardées dans leur

(1) Les forêts « attirent » les pluies, et les pluies font croitre les forêts. Il est probable que cette action réciproque se fait sentir dans tous les pays boisés. De nos jours, et avec la sécheresse actuelle, les forêts de la Khoumirie se reconstituent, la broussaille des montagnes s'élève en arbustes là où on lui accorde une protection suffisante, les semis pratiqués dans certaines contrées ont déjà fourni des arbrisseaux de quelques mètres de hauteur. On ne peut donc dire que c'est à la diminution des pluies que la disparition des forêts est due. En revanche, quand on sait quelles ont été, en bien des points étrangers à l'Afrique, les conséquences du déboisement, on est en droit d'admettre qu'à un degré plus ou moins haut, la destruction des arbres empêche de se résoudre en pluie, des nuages qui, dans les anciennes conditions, se fussent condensés (voir à ce sujet Dr Carton, *loc. cit.*, p. 14).

marche par leur adhérence à celles-ci, par leur mille rugosités, arrêtées pour s'emmagasiner dans les cupules formées par l'insertion des feuilles et des branches ou dans le tronc des vieux arbres, pénétrant aussi dans la partie spongieuse d'une écorce privée depuis longtemps d'une grande partie de son eau, gonflant les mousses desséchées qui la recouvrent. Arrivée déjà plus lentement sur le sol, elle est reçue là dans une épaisse couche d'humus formée de débris de végétaux en décomposition, véritable éponge d'une grande puissance d'absorption.

Le sol lui-même, maintenu dans un certain état de fraîcheur par cette couche d'humus, est mieux préparé à recevoir l'eau que s'il avait été, comme les terrains dénudés, formé par une croûte sèche et durcie, difficilement perméable [1] comme d'autre part, grâce au séjour de l'eau dans la couche d'humus sous-jacente, le contact entre elle et le sol est prolongé, la pénétration, et par suite l'imbibition se sont prodigieusement accrues.

Quant au liquide qui échappe à tous ces obstacles et qui glisse à la surface, il rencontre, chemin faisant, les racines des arbres, les touffes de broussaille, d'herbes, minuscules barrages qui le forcent à décrire de nombreuses sinuosités et à n'arriver au ravin qui doit le recueillir qu'après un long contact avec le sol qui en retient encore une partie.

Arrivée de l'eau plus lente dans les parties inférieures de la montagne et de la plaine, transformation d'un torrent à durée éphémère en une rivière au cours régulier, tel est l'un des principaux résultats de l'existence des forêts... »

Le recul ou la disparition des surfaces boisées, en supprimant ces multiples obstacles a dû contribuer, par

(1) Bien souvent, à la suite d'une pluie très abondante, mais courte, nous avons constaté, au cours des fouilles que nous avons dirigées, que l'eau n'avait pas pénétré le sol durci à plus de un à deux centimètres.

l'exagération de la violence des eaux sauvages, à modifier la configuration du sol. J'ai réuni ailleurs (1) les preuves de cet amoindrissement des forêts.

« Entre Fernana et Aïn Draham, à cinq kilomètres environ au nord du premier, s'étend, aux confins de la forêt, une zone broussailleuse, large de plusieurs kilomètres. On y trouve non pas seulement les espèces qui, ailleurs, constituent la broussaille à proprement parler, mais, à l'état de buissons ou d'arbustes, les essences de la forêt voisine qui s'étendait par conséquent autrefois jusque là.

Depuis quelque temps, grâce à la protection dont ils sont l'objet, les jeunes arbres de haute futaie qui y étaient en voie de dépérissement, commencent un peu à dépasser de la tête la verdure voisine.

Si nous n'étions venus soustraire cette broussaille aux incendies, aux dévastations des troupeaux, elle aurait fini par disparaître (2), tandis que dans quelques années, on verra se dresser là des futaies semblables à celles de la forêt plus septentrionale.

Bien des contrées de l'Afrique du Nord ont passé par ce premier stade (qui fut souvent un acheminement vers la dénudation complète) : la forêt se transformant en broussailles. Si les causes qui ont amené un tel changement avaient continué à agir, les buissons eux-mêmes dont les branches les plus élevées sont incendiées, décortiquées ou brisées, dont les pousses sont tondues par les chèvres, eussent fini par disparaître. Et l'on peut encore constater un phénomène de ce genre dans une zone voisine de la broussaille qui touche à la forêt. Çà et là dans les vallons, on voit encore quelque végétation arborescente ; puis les

(1) CARTON. — *Loc. cit.* p. 6 et suiv.

(2) Les passants les ébranchent, les bergers les mutilent, les bûcherons en font des fagots. Fromentin : *Une année dans le Sahel.*

groupes s'isolent, s'écartent les uns des autres, et à Fernana, des champs, des terrains de parcours, entourent un chêne fameux, dernier survivant, comme l'a écrit Elisée Reclus, d'une forêt disparue. Dans les ravins, au bord des rivières, aux limites des champs, quelques chênes-liège rabougris confirment par leur présence le témoignage grandiose fourni par l'arbre célèbre, de la diminution de la forêt.

Celle-ci a dû s'étendre assez loin vers le sud, et suivant toute apparence, elle émettait des prolongements jusque vers la plaine de la Medjerdah. En quelques endroits, les croupes rocheuses qui la dominent offrent encore quelques chênes-liège malingres.

Il y a, à dix kilomètres de Fernana, sur le sommet d'une haute montagne qui sépare la Dakhla de la Rokba et et dont le pied est baigné par le fleuve tunisien, un groupe d'une vingtaine de ces arbres, mais dont le tronc tortueux, le feuillage rare, indiquent qu'ils ne tarderont pas à disparaître. Ce sont les vestiges d'un bois qui a couvert autrefois les flancs du Djebel Aïrch (*Herrech* des cartes), et qui se reliait jadis, sans doute, à la forêt de Tabarka.

La Medjerdah est considérée en général comme la limite méridionale de la zone où croissent les chênes-liège, en Afrique. Et cependant, plus au sud, dans la région comprise entre Béja-gare et la vallée de l'oued Ciliana, sur un espace long de plus de soixante kilomètres, on en rencontre encore dans la broussaille un grand nombre. Ils ont dû couvrir une partie des *saltus*, régions de bois et de prairies qui ont existé en ce point, comme nous l'apprend l'inscription d'Aïn Ouassel [1]. Et ce qui prouve bien que les plantations d'oliviers n'ont pas été les seules

---

(1) *La lex Hadriana et son commentaire par le procurator Patroclus*. Dr Carton : *Revue archéologique* (janvier et février 1893, p. 21).

forêts du pays, c'est l'existence de quelques groupes d'essences forestières.

Il y a dans les environs de Zaouïat el Ayadi un véritable bois, long de sept à huit kilomètres, de chênes-liège à l'état d'arbustes, dont la hauteur ne dépasse pas quatre à cinq mètres ; ils sont perdus dans une végétation luxuriante d'arbousiers et de lentisques. Nul doute qu'en protégeant ce point comme on protège les abords de la forêt de Kroumirie, on arrive en quelques années à y former un bois de rapport.

Parmi les grès qui constituent une partie du Fedj el Adoum, les chênes-liège ne sont pas rares, on les retrouve, mais beaucoup moins nombreux, dans certains vallons du Djebel ech Cheïdi.

L'épigraphie nous apprend que dès l'époque romaine, on s'est attaqué aux bois qui ont couvert cette région, et la loi de l'empereur Hadrien *de rudibus agris*, qu'avait appliquée aux *saltus* le procurator Patroclus, n'avait d'autre but que de les remplacer par des cultures ou des plantations. L'histoire des *saltus* d'*Uci Maius* est intéressante à ce point de vue.

C'était une région dont tous les environs étaient des plus peuplés à l'époque où l'on décida d'en défricher les parties couvertes d'espèces sauvages, sous le règne de Septime Sévère. Alors dans tout le pays s'élevaient ou se construisaient d'innombrables monuments dont un certain nombre nous sont parvenus encore debout. Des villes, de fortes bourgades y étaient disséminées, à une faible distance les unes des autres : *Thimidum Bure, Numluli,* les ruines de Hr Chett, etc. Il est donc fort probable que la forêt avait déjà reculé considérablement à cette époque, devant la culture.

La contrée située immédiatement au Nord fut, dès l'époque numide, des plus prospères, des plus cultivées. C'était la fameuse plaine de *Boll*, tant convoitée par les

Carthaginois. où s'élevait une capitale. *Bulla Regia*. où Massinissa rencontra soixante-dix villes et châteaux-forts. Plus tard. Salluste cite *Vacca*. célèbre par son commerce. située à six lieues de là, et précisément à l'époque de Septime Sévère, d'autres cités avaient, sur son territoire même, pris une extrême importance que les édifices de *Thugga, Thubursicum Bure, Numluli* nous révèlent.

Bien plus, cette contrée est un des points où la colonisation romaine s'est établie le plus tôt. A six kilomètres du village sur le forum duquel nous avons trouvé l'édit de Patroclus, fut fondée par Marius, c'est-à-dire trois siècles avant le procurateur, la colonie d'*Uci Maius*. Or, après trois cents ans. les descendants des premiers colons n'avaient pas encore détruit les bois qui les environnaient et qui, cependant couvraient une bien petite surface (huit à dix kilomètres de diamètre), entourée de tous côtés par les territoires de puissantes colonies ou des municipes. On remarquera que cela se passait au siècle où la richesse, et par suite l'agriculture de l'Afrique, atteignit son plus grand développement, et que les causes de cette prospérité qu'il s'agit de rechercher sont bien antérieures à l'époque romaine.

A ceux qui objecteront qu'il s'agit là d'un pays encore cultivé de nos jours, nous répondrons que nous avons insisté sur la disparition de ces forêts du Nord, parce que c'est la région de l'Afrique où la végétation arborescente offrait le plus de résistance, où elle a survécu à de longs siècles de dévastation dans ce pays dont l'agriculture florissait à une époque reculée, et où, ainsi que nous le prouve une inscription, l'État lui-même s'était attaqué aux bois, en tentant d'y attirer assez de bras pour les défricher (1).

(1) Le sol étant, comme de nos jours, d'une grande fertilité en ce point, il y avait avantage à le cultiver ; il n'en a pas été en général de même des hauteurs montagneuses, où l'on n'avait aucun intérêt à détruire les forêts.

Et si, dans le nord de l'Afrique, là où les forêts avaient le plus de chance à résister à tous les agents de destruction, nous voyons que l'étendue en a diminué de façon notable, nous sommes en droit d'admettre que dans les régions plus méridionales, dans le centre de la Tunisie moderne, au climat plus sévère, ces essences moins vigoureuses, ces maigres bosquets de pins d'Alep, de thuyas, de genévriers, d'oliviers sauvages, de lentisques même que l'on rencontre çà et là, subissent depuis des siècles une diminution semblable, d'autant plus rapide que leur situation est plus méridionale et qu'ils ont dû avoir certainement, jadis, une importance, une étendue, bien plus considérable. Nous pouvons même croire qu'un certain nombre de ces groupes d'arbres ont totalement disparu.

Or, ces vestiges de forêts existent au cœur même du pays, dans la Byzacène (1), attestant, par leur présence, les effets désastreux qu'a amenés la substitution d'un peuple de pasteurs à une population agricole.

Sur les bords de l'Oued Melleg, encore tout couverts de broussailles, comme à l'époque de Marius, on rencontre plusieurs bois de pins d'Alep. Il y en a sur le Djebel Cheïdi, et d'une façon plus générale, sur beaucoup de montagnes du centre. Le thuya, qui couvre les contreforts du Djebel Zaghouan, s'étend sur de grandes étendues dans la région comprise entre Sbiba et Kasserine (2), avec de nombreux genévriers.

---

(1) Sbiba est l'antique Sufes, une des villes citées comme faisant partie de la Byzacène. L'étendue de la forêt de thuyas qui l'avoisine est considérable ; nous l'avons pour notre part, traversée sur une longueur de plus de cinq kilomètres.

(2) Les limites septentrionales de la Byzacène renfermaient d'ailleurs des régions bien plus septentrionales que ne semble le croire M. Bourde. Ces limites d'après Tissot (II, 533), passaient par le Djebel Serdj, c'est-à-dire en un point situé à une cinquantaine de kilomètres au sud de Zaghouan.

Plus au sud encore, le pays était loin d'être complètement dénudé. À soixante kilomètres au sud du chott Djerid, en pleine région saharienne, le plateau des Aouyas présente encore un certain nombre de plantations florissantes d'oliviers, les vallées offrent parfois une broussaille assez épaisse, et les habitants du Nefzaoua ont gardé le souvenir d'une forêt qui s'étendait de El Hamma à Kebilli.

Arbres ou broussailles, essences forestières ou cultivées, ont donc couvert autrefois en Afrique les points qui ne portaient pas de céréales, et cela seul nous importe pour le moment.

On a d'ailleurs fait trop bon marché de ces essences plus modestes qui atteignent une hauteur de quatre à cinq mètres et sous lesquels on peut encore, comme jadis, cheminer à l'ombre. Si, comme le constate M. Bourde, elles ne constituent pas de « hautes et épaisses forêts », elles n'en ont pas moins une action réelle sur les pluies et n'en exercent pas moins une protection aussi efficace sur le sol.

Quoi qu'il en soit, et malgré les divergences de détail, tout le monde s'accorde à reconnaître que l'Afrique ancienne a été autrement plus boisée (en prenant ce mot dans sa plus large acceptation et sans nous occuper de savoir s'il s'agit d'espèces forestières cultivées ou de broussailles) que maintenant, et nous aurons l'occasion de citer de grands travaux hydrauliques dont la présence prouve, elle aussi, que le régime des pluies a également varié.

La forêt que l'on traversait autrefois de Tanger à Tripoli de Tébessa à Gafsa, a donc bien existé. Elle a pu se composer de broussailles de lentisques, de bois de thuyas et d'oliviers sauvages, le résultat, au point de vue qui nous occupe, a été le même.

A ces constatations qui suffiraient au besoin, s'ajoutent les témoignages des anciens. Nous renvoyons à l'ouvrage de Tissot, qui les énumère [1], nous contentant de remarquer que Salluste lui-même, dont on a invoqué le texte pour soutenir que l'Afrique était un pays sans arbres [2], parle à maintes reprises des bois, de la broussaille qui couvraient le sol à une époque bien antérieure à la romanisation de cette contrée.

Ici [3], c'est Metellus qui prend position dans un pays boisé (*loca saltuosa*). Ailleurs [4], c'est Jugurtha qui se réfugie dans un pays inculte, où s'élève un mont couvert d'*oliviers* sauvages, de myrtes et d'*arbres* qui ne croissent que dans un sol aride et sablonneux.

Pline le Naturaliste, dans sa description de l'Afrique, parle plusieurs fois [5] de forêts et de troupeaux d'éléphants qu'on y rencontre [6]. Souvent il s'agit de contrées méri-

---

(1) Tissot, *loc. cit.* (I, p. 227 et suiv.)

(2) *Guerre de Jugurtha*, XLIX. Ici même, le contexte permet encore une interprétation différente: *ager frugum fertilis, bonus pecori, arbori infecundus*. Il semble que l'historien vise les terres labourables puisque l'énumération qui précède a trait aux produits qui servent à la nourriture de l'homme : un sol impropre à la culture des arbres fruitiers. Celle de l'olivier n'avait pas encore pris l'extension qu'elle eût plus tard.

(3) *Guerre de Jugurtha*, LIV.

(4) *Ibid.* XLIIII.

(5) Dans l'Atlas : V. I, 1. *Imas radices densis, altisque repletas silvi', incognito genere arborum.*

(6) En Maurétanie : V, I, 1, *Oppidum Sala, jam solitudinibus vicinum, elephantorum gregibus infectum.* — En Tingitane : V, I, 1, *Ipsa provincia ab oriente fert elephantos.* — A propos du littoral de la petite Syrte (golphe de Gabès) : *excipient saltus repleti ferarum multitudine et introsus elephantorum solitudines mox deserta vasta,* — Noter l'opposition des solitudes peuplées de bêtes féroces, par suite boisées, aux déserts qui ne commencent qu'au delà.

dionales. Or, ces animaux ne vivent que dans d'épais fourrés et dans les forêts d'une grande étendue qui n'avaient pas pu naître depuis l'arrivée des romains.

Nous rappelons enfin que l'épigraphie et en particulier le texte d'Aïn Ouassel nous ont montré que même durant les premiers siècles de notre ère, la broussaille existait en des parties, devenues ultérieurement très riches, des domaines impériaux.

Or, il est un fait certain, c'est que, sous l'influence de la culture d'abord, du régime pastoral ensuite, ces forêts, cette broussaille, qui existaient, on vient de le voir, dans les premiers temps de l'occupation romaine, n'ont pu que diminuer depuis cette époque. Les groupes de thuyas, de pins, dont nous avons vu les vestiges dans le centre de la Tunisie, sont les restes de forêts qui n'ont pu être ni plantées par les Romains qui, en fait de boisement, n'ont connu que les cultures fruitières, ni respectées par les indigènes. »

Toute cette végétation forestière, à laquelle font allusion les textes anciens, a disparu peu à peu, incendiée par les pasteurs, broutée par les chèvres, entraînée avec l'alluvion qu'emportaient les eaux ruisselantes, détruite même par les anciens cultivateurs qui voulaient faire disparaître avec leur richesse, une cause d'invasion [1].

Ainsi, l'Afrique du Nord apparaît, très anciennement, comme un pays couvert de nombreuses et profondes forêts. Quelques-unes d'entr'elles subsistaient encore au début de notre ère, tant au voisinage du Sahara que dans le centre et le Nord ; mais elles avaient déjà fait place en partie à une broussaille étendue, à des plantations ou à des cultures.

(1) Une reine berbère, la Kahena, fit couper les oliviers de la Byzacène, qui étaient encore, au VIIIe siècle une source de gros revenus pour cette province.

Après la dislocation de l'empire romain, arbres fruitiers et oliviers disparaissent, la broussaille envahit la plaine et les groupes forestiers des régions méridionales disparaissent ou ne sont plus représentés que par quelques individus étouffés par la végétation broussailleuse. Il y a eu en somme, une diminution progressive et continue du revêtement du sol, en bois.

Quand l'homme procéda à son installation dans les forêts primitives, à mesure qu'il en détruisait les arbres, il établissait des plantations et construisait au flanc des vallées ou sur le cours des rivières, des barrages et des réservoirs qui suppléaient par leur présence, à la disparition des bois, en atténuant aussi la violence du ruissellement. De cette façon, les travaux d'art obviaient aux inconvénients qu'eût offert la dénudation du sol dont le revêtement avait pu disparaître, sans que le régime des eaux s'en ressentît.

Mais cette intervention de l'homme, ce défrichement quelque salutaire qu'il parût, n'en créa pas moins un danger qui, tôt ou tard, devait éclater.

Les forêts, grâce à la générosité du sol, à l'humidité qu'elles y entretenaient, pouvaient croître et se maintenir d'elles-mêmes. Les plantations, les travaux d'art avaient nécessité au contraire un entretien constant. Dès que le changement de mœurs, la venue d'un peuple de pasteurs fit décroître ou cesser la vigilance et les soins dont on les entourait, les arbres dépérirent, les barrages furent éventrés, et, comme la forêt n'existait plus, comme les incendies périodiques et la dent des chèvres l'empêchèrent de repousser, [1] l'eau désormais se précipita avec violence

---

(1) Mais si ces conditions désastreuses n'avaient pas existé, il est probable que les forêts n'eussent pas eu, pour des raisons d'un ordre plus général, et s'appliquant à toute la météorologie du globe, un climat aussi humide que celui qui, dans les temps géologiques précédents, présida à leur naissance.

à la surface du sol, emportant l'humus et l'alluvion, ajoutant les désastres de la dénudation et du ravinement à l'irrégularité des pluies, conséquence du déboisement et de la pénurie de plus en plus grande de liquide pendant la saison estivale.

Les preuves de ces funestes conséquences abondent.

Sur les bords de l'Oued Gabès, un ancien lit, dans le voisinage des ruines de Tacape, renferme des poteries romaines, à $2^{m}50$ au-dessus du lit actuel. Comme la berge a environ 4^{m} de hauteur, on doit admettre que, depuis l'époque romaine, le lit s'est creusé de plus de la moitié de sa profondeur. Sur les bords de l'Oued Melleg auprès de Sidi Amar, j'ai relevé un fait analogue.

Dans l'Oued Ahmar, près de Teboursouk, le pied de la culée d'un pont antique est à 3^{m} au-dessous du lit d'un torrent qu'il franchissait ; la hauteur totale de la berge est actuellement de 8 mètres.

L'action des torrents, violente dans le sens de la profondeur s'est fait également sentir avec intensité en surface. Les ravins ont remonté vers la montagne, la divisant de profonds sillons, déchaussant à Ain Younès (région de Testour), un magnifique mur de soulèvement.

A Bordj Brahim, près de Dougga, un ravin qui s'arrêtait à quelques mètres au-dessous d'une voie antique l'a emportée et remonte actuellement à près de 300 mètres au dessus ; sa profondeur et sa largeur étant d'environ 5 mètres. Enfin, parmi les nombreux exemples de dénudation que j'ai recueillis, je citerai celui qu'offre l'aqueduc de Dougga dont les regards, qui forment de véritables jalons où le niveau du sol ancien est indiqué par un détail de construction ont été, en certains points, découverts sur une hauteur de près de 3 mètres. En bien des endroits où l'on relève des ruines de fermes, d'exploitations agricoles, le sol dénudé, la roche qui le perce de toutes parts

ne permettraient plus de cultures aussi étendues et aussi prospères que celles attestées par l'étendue des constructions voisines.

Ainsi, les pluies ont certainement diminué en Afrique depuis l'époque de Carthage. Mais la proportion dans laquelle elles ont subi ce changement est difficile à préciser, à l'aide des seules données fournies par l'archéologie. Je dois donc me borner à constater cette diminution dont la cause apparente est surtout le déboisement, mais qui peut être aussi l'effet d'un phénomène climatologique plus général dont je ne saurais rechercher ni l'existence, ni l'importance. Je remarquerai seulement qu'en tous cas, son action ne ferait que corroborer celle des forêts que je viens de signaler.

En ce qui concerne le changement des conditions où s'est trouvée l'agriculture, c'est l'irrégularité des pluies, accrue par le déboisement qu'il faut, à mon avis, incriminer bien plus que la diminution des précipitations atmosphériques. De même que pour les modifications qu'a subies la configuration du sol, c'est la disparition des forêts et la destruction des ouvrages d'art qu'il faut accuser (1).

« Pour peu que l'on ait observé en Afrique, on acquiert facilement la conviction que les années d'abondance et de disette dépendent moins qu'on ne serait porté à le croire du volume d'eau qui tombe dans l'année. L'hiver a pu être très pluvieux ; si les pluies cessent de bonne heure, dans un pays où les années diffèrent « furieusement, » si, dans la période qui sépare la saison humide du commencement de l'été, c'est-à-dire de l'époque où doit se faire la récolte, il ne tombe que peu ou point d'eau, l'année sera une année de disette. Si, au contraire, les pluies ayant été relati-

(1) V. Dr Carton. *Note sur la diminution des pluies en Afrique*, p. 6.

au déboisement du pays. Il se base sur ce que la quantité d'eau qui y tombe annuellement est suffisante pour alimenter les sources, si on pouvait régulariser le courant et retenir dans le sol la masse qui coule rapidement pendant la saison pluviale. Qui nous dit qu'à l'époque romaine la pluie ne tombait pas plus régulièrement ou en plus grande abondance, ce qui avait permis aux forêts de se développer ?

Lorsqu'on examine les alluvions des rivières du Nord de la France, on voit qu'elles ont subi d'importantes modifications.

M. Ladrière a montré qu'elles ont passé vers le XIIe siècle et vers le IVe siècle de l'ère chrétienne par des périodes de crues violentes et continues, qui peuvent s'expliquer en partie par un mouvement du sol, un abaissement de l'embouchure par exemple, mais qui pourraient aussi trouver en partie leur raison d'être dans l'existence de périodes pluvieuses.

Si nous remontons plus haut, nous voyons une époque où le développement des tourbières et des tufs calcaires semble démontrer une circulation d'eau météorique plus active que ce qui se passe aujourd'hui. M. de Mercey l'avait déjà fait observer à propos des tufs de la Somme. J'ai insisté aussi à plusieurs reprises sur les conclusions que l'on pouvait tirer de l'existence des tufs dits fond de mer à Saint-Omer, et des tufs des environs d'Albert.

Il serait à désirer que les faits analogues à ceux que vient de nous signaler M. Carton, puissent être recueillis partout où ils se sont présentés. Il faudrait y joindre tous les documents historiques indiquant une modification météréologique. On arriverait peut-être à créer une archéologie météréologique, qui s'étendrait presque jusqu'à nos jours, car les observations sérieuses de météréologie datent à peine d'un siècle.

Séance du 10 mai 1896

M. **Delecroix**, Président, donne lecture d'une lettre adressée par le Président de la Société Géologique de Suède, invitant la Société Géologique du Nord, à se faire représenter à Stockholm, à la célébration de son 25e anniversaire.

M. **Gosselet** fait une communication sur les phosphates de chaux d'Etaves et de Crécy-en-Ponthieu.

M. **Lecocq** communique à la Société un échantillon des phosphates de Tébessa, qu'il vient de rapporter d'un voyage en Algérie.

Excursion du 17 mai, à Montigny-en-Ostrevent

La Société visite les sablières de Montigny-en-Ostrevent; elle examine le sable vert et les lits de sable blanc charbonneux qui lui sont supérieurs. Puis elle donne toute son attention à l'étude du limon. M. Ladrière expose le résultat des observations qu'il y a faites dans les années précédentes; il est chargé de rendre compte de l'excursion.

Dans un moment de repos pendant l'excursion, la Société vote l'admission comme Membres de : MM. **Gaillot,** directeur de la station agronomique de l'Aisne et de M. **Meunier,** marchand de charbon à Crépy-en-Valois.

Séance du 17 juin 1896

M. **Gosselet** fait part à la Société de l'impossibilité où se trouve M. **Crespel** de continuer les fonctions de trésorier, par suite d'une maladie qui le prive momentanément de la vue. Il rappelle les services rendus par M. Crespel ;

il exprime l'espoir qu'il pourra reprendre à bref délai les fonctions qu'il a rempli avec tant de dévouement depuis plus de vingt ans. Le Conseil de la Société a prié M. **Defresne** de vouloir bien suppléer M. Crespel pendant sa maladie.

La Société ratifie à l'unanimité le choix fait par le Conseil et remercie M. Defresne d'avoir bien voulu accepter cette lourde charge.

On procède à la nomination des Commissions ; sont élus :

Commission des Finances : MM. **Lecocq, Ladrière, A. Meyer.**

Commission de la Bibliothèque : MM. **Lagaisse, Queva, Hette.**

Commission de Librairie : MM. **Dewattines, Parent, Brégi.**

M. **Parent** donne lecture de la note suivante envoyée par M. l'Abbé Hérent.

Le Quaternaire à Montigny-en-Ostrevent
par M. l'Abbé **Jules Hérent**

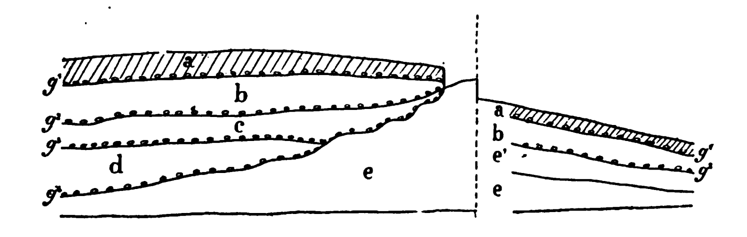
On peut observer dans la sablière de Monsieur Hérent-Blanchart à Montigny, près de Douai, une formation quaternaire épaisse de 7 mètres environ, sur une longueur d'une quarantaine de mètres. Cette coupe est intéressante à plusieurs points de vue. Elle va du S.-E au N.-O.

On y distingue, en comptant l'argile à briques, quatre couches. C'est en allant de haut en bas (voir coupe 1).

1° *L'argile à briques.* — Epaisse de 1^m80 avec fragments de grès dont les plus gros sont comme le poing. Un semis de graviers, à fossiles roulés de la craie, la sépare de la couche sous-jacente. On y trouve des silex taillés assez

abondamment surtout au niveau des graviers. Ces silex sont du type Moustérien. Dans les éboulis, j'ai rencontré une hâche polie qui semblait venir de ce niveau.

2° *Sable argileux, dit de fonderie*, épais de 3,20. Ce sable renferme çà et là des galets avec fossiles de la craie. Il repose aussi sur des graviers. On y trouve, surtout à la base, des silex taillés du même type que ceux de l'argile à briques, mais moins nombreux. La base a donné un bois de *renne*.



Coupe 1

a Argile à briques.
b Sable de fonderie.
c Argile.
d Sable de maçonnerie.
e Sable glauconieux.
e' Sable blanc à lignites.
g^1 g^2 g^3 g^4 Galets.

J'ai pu faire à la surface de ce sable une observation curieuse. En trois points différents, distants de quelques mètres, cette surface était creusée d'une sorte de fosse ovalaire, profonde de 0m60, longue de 2 mètres et remplie par l'argile à briques. Une dizaine de silex taillés reposaient dans ces cuvettes et l'une d'entre elles renfermait en outre du charbon de bois formant visiblement les restes d'un foyer.

3° *Argile*. — Elle a 0m60 d'épaisseur. Elle devient sableuse vers le S.-E., mais, reste néanmoins dans toute sa longueur en haut et en bas, séparée des couches qui l'enferment, par un semis de graviers. Les graviers de la base ont fourni des dents de *Bos primigenius*. Pas de silex taillés.

4° *Sable gris dit de maçonnerie*. — C'est un sable assez pur, à grains fins ; ressemblant beaucoup au sable glauconieux sous-jacent, sauf qu'il est gris. Il en est séparé par une couche de graviers, dans toute sa longueur. Pas de silex taillés.

Toutes ces couches, sauf l'argile à briques, renferment des débris charbonneux ; elles sont inclinées vers le S.-E., et se terminent en biseau vers le N.-O. ; les plus hautes sont en stratification transgressive sur les autres.

Vient alors le *sable glauconieux* marin ; à surface profondément ravinée et portant d'énormes blocs de grès brisés et à fragments séparés parfois l'un de l'autre à la distance de 10 mètres. Des blocs de ce poids n'ont pu être ainsi déplacés que par des éboulements. Ces grès sont constitués par un sable gros et blanc, bien différent du sable glauconieux.

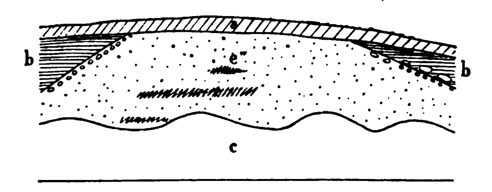
Ce *sable blanc* se retrouve, en place semble-t-il, dans la carrière voisine, dite de Madame Moscou. Là, on ne trouve plus d'argile sous le sable de fonderie ni, non plus, de sable de maçonnerie.

Mais le sable glauconieux est surmonté d'un sable blanc à gros grains, riche en lignites. A la base, on rencontre une surface durcie qui a pu faire dire aux ouvriers qu'il y avait, en ce point, des graviers. Mais il n'en est rien.

Sur une coupe perpendiculaire à la précédente, on voit les couches inclinées dans le sens de la pente de

la colline. Le sable glauconieux forme, sous la colline, une saillie sur les flancs de laquelle viennent s'adosser les couches quaternaires.

Il peut être intéressant de comparer à cette coupe celles des sablières voisines (coupe 2).



Coupe II

b Sable de fonderie.
e' Sable à lignites.
c Sable glauconieux.

Le quaternaire se présente dans la carrière dite des *Monts de Douai* à peu près comme dans la carrière Madame Moscou. Le sable glauconieux y est profondément raviné et recouvert des sables à lignites. Le sable de fonderie vient des deux côtés s'y terminer en biseau.

Dans la carrière du *Petit-Crédit*, plus de sable de fonderie.

Ainsi le sable fin glauconieux c'est le sable tertiaire bien en place. Il semble qu'il se terminait autrefois par une couche de sable blanc à gros grains, peu épaisse, qui, après avoir émergé, a donné pied à une forêt. Des grès et des lignites s'y sont formés jusqu'au moment où les grandes eaux du quaternaire ont ravagé cette formation. Par ci, par là la couche glauconieuse sous-jacente en fut dépouillée totalement et ravinée elle-même, ne conservant comme témoins que les grès culbutés et brisés. Ailleurs elle fut couverte à nouveau de ses débris remaniés.

Le sable de maçonnerie est un remaniement du sable glauconieux.

L'argile qui le surmonte dans la carrière Hérent serait du même âge et marquerait simplement une phase de la même inondation.

Le sable de fonderie, riche en silex taillés avec bois de renne serait d'une époque sensiblement plus récente.

M. **Ladrière,** résume les observations faites par la Société dans l'excursion du 17 mai à Montigny-en-Ostrevent et les complète par la communication suivante :

Le **Terrain Quaternaire** *des environs de Douai*
par **J. Ladrière**

Il y a bientôt quatre ans que j'ai parcouru les environs de Douai pour en étudier le terrain quaternaire.

Alors les travaux de creusement du nouveau canal de Corbehem à Pont de la Deûle étaient en pleine activité, de sorte que j'ai pu relever à l'O. et au S.-O. de la ville plusieurs coupes assez intéressantes.

A la même époque, les sablières de Montigny en Ostrevent, situées à l'E, m'en fournissaient d'autres non moins curieuses.

J'aurais publié depuis longtemps le résultat de mes recherches si je n'avais tenu à soumettre auparavant au jugement de mes confrères de la Société Géologique et à celui de M. Gosselet, en particulier, ma façon d'interpréter l'âge de certaines couches que je rapporte au terrain quaternaire, quoiqu'elles se présentent sous un faciès assez différent de celui que nous leur connaissons.

Malheureusement le canal de dérivation de la Scarpe étant livré à la circulation, le contrôle de mes observations n'est plus possible de ce côté. A Montigny, au contraire, on continue à exploiter les sablières et les tranchées présentent un grand intérêt. C'est là que la Société Géologique s'est rendue le 17 mai, elle y a passé la matinée.

Ont pris part à l'excursion : MM. Gosselet, Queva, Fèvre, Vaillant, Parent, Dewattines, Lecocq, Smits, Delange et Ladrière.

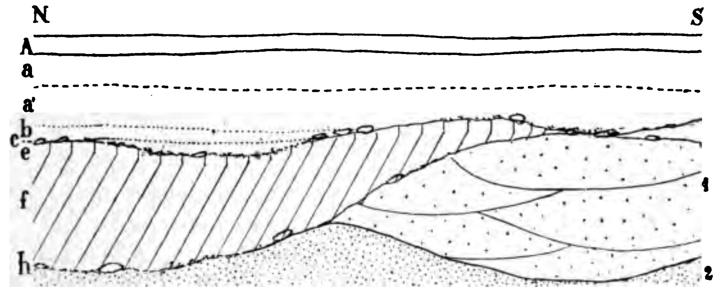
Notre étude a commencé par les sablières Fockeu et Debruille, situées au N. de la voie ferrée de Douai à Valenciennes. Ici les coupes sont moins nettes et moins complètes qu'autrefois ; toute la partie centrale de la colline ayant été enlevée, on en est réduit aujourd'hui à exploiter les deux versants.

Près du chemin de fer on voit :

TERRAIN RÉCENT	*A*	Limon de lavage sableux, renfermant des débris remaniés des roches sous-jacentes ainsi que des fragments de poteries	0.80
T. QUATERNAIRE ASSISE SUPÉRIEURE	*a'*	Limon glaiseux, gris verdâtre, assez gras, se divisant verticalement en plaques assez volumineuses	0.60
	c	Grayier, lit de granules de silex avec lesquels on trouve çà et là de petits éclats de grès landéniens.	0.02
TERRAIN LANDENIEN		Sable gris verdâtre, glauconieux, à grains moyens, partie visible.	1.00

Plus loin, vers le milieu de la tranchée, de nouvelles couches apparaissent, ce sont :

Fig. 1. — *Coupe de la sablière Fockeu et Debruille*



TERRAIN RÉCENT	*A*	Limon de lavage avec débris de poteries	0.40
T. QUATERNAIRE ASSISE SUPÉRIEURE	*a*	Limon supérieur brun rougeâtre, très compact, traversé de nombreuses tubulures : traces de vers, de racines, tapissées d'un enduit limoneux brunâtre.	0.80
	a'	Limon supérieur brun verdâtre, sableux, compact néanmoins	0.60
	c	Gravier supérieur, petits éclats de silex dont la plupart, entourés d'une gangue calcaire, affectent la forme de véritables granules de craie. On y rencontre parfois des fragments et même des blocs de grès landeniens. . . .	0.05
ASSISE MOYENNE	*e*	Limon rougeâtre très sableux représentant le limon fendillé	0.05
	f	Limon à taches noires. C'est du sable presque pur en très petites veinules, nettement stratifiées, de couleur gris jaunâtre, gris verdâtre ou brune, séparées çà et là par de petites linéoles graveleuses.	2.50
	h	Gravier moyen représenté par quelques granules de silex et quelques rares éclats ou blocs de grès landeniens . .	0.05
TERRAIN LANDENIEN	1°	Sable gris blanchâtre à grains moyens, formant une série de couches plus ou moins enchevêtrées, plus ou moins chargées de débris charbonneux. On trouve dans la masse quelques gros blocs de grès (sables d'Ostricourt, faciès cambrésien de M. Gosselet). . 0.50 à	4^m
	2°	Sable gris, pointillé de grains verts de glauconie (sables d'Ostricourt, faciès flamand de M. Gosselet). . . 0.20 à	2.50

Le limon *a'* présente les mêmes tubulures que *a*, cependant, dans un certain nombre d'entre elles, le revêtement, formé de carbonate de chaux cristallisé, est non pas brunâtre, mais blanchâtre et calcaire.

Entre les deux parties *a* et *a'*, aucune trace de ravinement, il y a passage de l'une à l'autre. Leur différence de coloration doit être attribuée à l'altération plus ou moins profonde de la glauconie qu'elles renferment. Complètement transformé en hydrate ferreux rougeâtre dans la partie *a*, ce minéral est à peine modifié dans la partie *a'* et c'est lui qui communique à la roche cette couleur brun verdâtre qui la caractérise.

Nous avons ici un curieux exemple d'altération des dépôts superficiels par l'infiltration des eaux météoriques ; on peut le rapprocher de ceux qui ont été mentionnés par notre collègue, M. Vanden Broeck, dans le savant mémoire qu'il a publié sur cette question en 1881.

A propos des sables d'Ostricourt, M. Gosselet nous fait remarquer que les couches supérieures, blanchâtres, avec ou sans lignites, se sont déposées dans une vaste cuvette formée par une profonde érosion à la surface des sables glauconifères.

On peut se rendre compte de l'importance de cette dénivellation en examinant tout à la fois l'allure des couches que nous explorons, et celle des mêmes dépôts exploités sur l'autre versant de la colline.

Enfin, vers l'extrémité N. de la tranchée, la coupe est plus complète encore, du moins en ce qui concerne le terrain quaternaire.

L'ergeron, que nous n'avons pas encore signalé, accuse ici une épaisseur de $0^{m}80$. C'est du sable presque pur de couleur brun verdâtre comme le limon qu'il supporte, il est, comme lui, traversé de tubulures à enduit calcaire parmi d'autres recouvertes d'une matière brunâtre.

Le gravier qui sépare l'ergeron de l'assise moyenne est toujours peu marqué, parfois il fait défaut. Çà et là, à la place qu'il doit occuper, on rencontre quelques blocs de grès.

Souvent la veinule de limon rougeâtre schistoïde qui rappelle le limon fendillé n'existe pas et la limite des deux assises est fort confuse. L'ergeron étant à peu près de même nature que le limon à taches noires, dans les points où ces deux dépôts se trouvent directement en contact, il devient assez difficile de les distinguer.

Mais il n'en a pas toujours été ainsi. Dans une coupe relevée il y a quatre ans, alors que les travaux d'exploitation se trouvaient plus au centre de la colline, j'ai constaté la présence du limon rougeâtre schistoïde sur une longueur de 50 mètres et avec une épaisseur variant de $0^{m}20$ à $0^{m}60$. Nous allons retrouver cette couche dans la carrière Hérent, de l'autre côté de la voie ferrée.

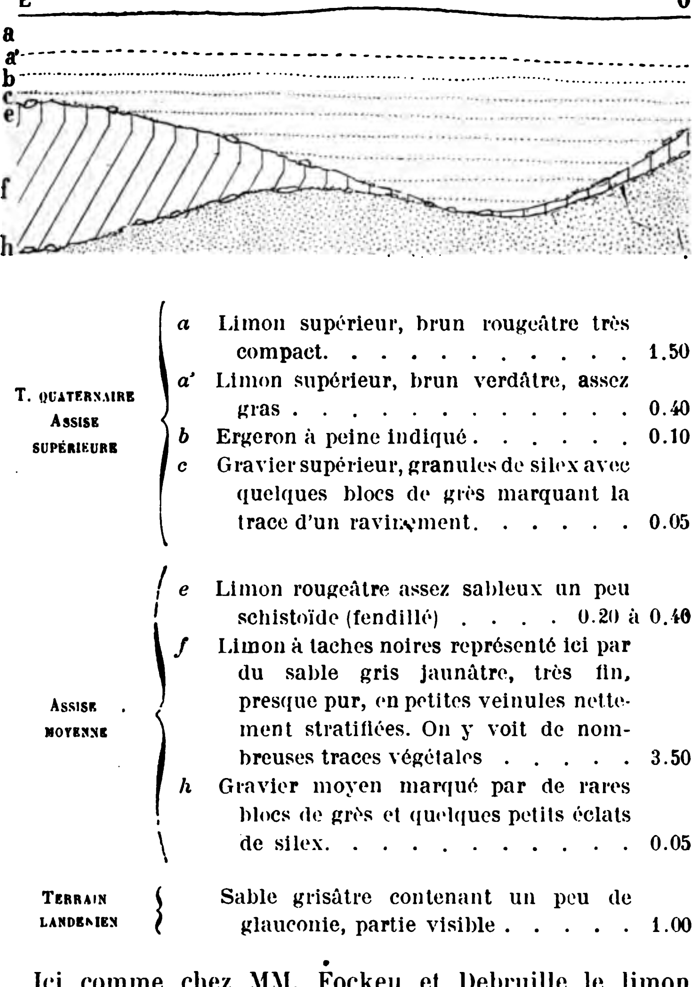
Tandis que chez MM. Fouqué et Debruille on exploite surtout les sables landeniens, dans la carrière Hérent on tire parti de toutes les couches, sauf du limon supérieur, employé uniquement à remblayer les tranchées alors qu'on pourrait en faire des briques de première qualité.

Pour les géologues, cette dernière carrière est plus intéressante que la précédente.

La coupe s'étend de l'E. à l'O. sur une longueur de 50 m. environ. Nous l'avons examinée en différents points, guidés par le propriétaire lui-même, qui a bien voulu nous donner divers renseignements fort utiles et même offrir des silex taillés à quelques-uns d'entre-nous.

Dans la partie E., on voit ce qui suit de haut en bas.

Fig. 2. — *Coupe de la sablière Hérent.*



T. QUATERNAIRE ASSISE SUPÉRIEURE	*a*	Limon supérieur, brun rougeâtre très compact.	1.50
	a'	Limon supérieur, brun verdâtre, assez gras	0.40
	b	Ergeron à peine indiqué	0.10
	c	Gravier supérieur, granules de silex avec quelques blocs de grès marquant la trace d'un ravinement.	0.05
ASSISE MOYENNE	*e*	Limon rougeâtre assez sableux un peu schistoïde (fendillé) . . . . 0.20 à	0.40
	f	Limon à taches noires représenté ici par du sable gris jaunâtre, très fin, presque pur, en petites veinules nettement stratifiées. On y voit de nombreuses traces végétales	3.50
	h	Gravier moyen marqué par de rares blocs de grès et quelques petits éclats de silex.	0.05
TERRAIN LANDENIEN		Sable grisâtre contenant un peu de glauconie, partie visible	1.00

Ici comme chez MM. Fockeu et Debruille le limon supérieur tout entier est traversé de nombreuses tubulures ; mais, tandis que dans la partie rougeâtre superficielle toutes sont revêtues intérieurement d'un enduit

brunâtre, vers la base du dépôt, un grand nombre d'entre elles sont tapissées d'une croûte calcaire.

Le limon supérieur a fourni à M. Hérent un certain nombre de *silex moustériens*.

Vers le milieu de la tranchée, la coupe se modifie, le sable landénien forme une saillie de quelques mètres contre laquelle vient finir en biseau la couche de sable gris jaunâtre qui représente le limon à traces végétales.

Mais si, en avançant vers l'O., on voit le limon avec traces végétales, qui constitue l'ergeron de l'assise moyenne, diminuer peu à peu d'importance et même disparaître complètement, l'ergeron véritable, au contraire, augmente d'épaisseur dans de notables proportions et atteint bientôt 3 à 4 mètres.

Ici encore, il conserve les caractères qu'il a dans la sablière Fockeu et Debruille : sa couleur est brun verdâtre et de nombreuses tubulures le traversent de part en part.

M. Hérent a trouvé à la base de cette couche un certain nombre de *silex moustériens*, lames, racloirs de toute beauté, etc. Ces derniers sont très volumineux et ressemblent beaucoup à ceux de Bas-Luisant, près Chartres ; il y a recueilli également un bois de renne.

Au-dessus, nous voyons affleurer le limon supérieur brun verdâtre, dont la couleur se modifie à mesure que l'on approche de la surface du sol, où il est d'un rouge un peu foncé.

Vers l'extrémité O. de la tranchée, dans une dépression assez profonde, le limon fendillé lui-même est raviné et l'ergeron repose directement sur le sable landénien dont il n'est séparé que par un lit de granules de silex et quelques blocs de grès.

Mais bientôt sur une nouvelle saillie des sables glauconifères le limon fendillé réapparaît. A son tour, il recouvre les sables sans autre interposition qu'un lit de granules et quelques blocs de grès.

Au-dessus, il y a encore une couche d'ergeron, mais son épaisseur, qui était de 3 mètres à quelque distance vers l'E, se trouve ici réduite à 0.80.

Entre les deux, la séparation est marquée par des granules de silex accompagnant quelques blocs de grès assez volumineux.

Quant au limon supérieur, il se présente chez M. Hérent sous les deux aspects qu'il a dans la carrière précédente.

Si, au point de vue du terrain quaternaire, la coupe de l'exploitation Hérent est plus intéressante que celle de la sablière Fockeu, parce que le limon rouge schistoïde (fendillé) existe dans presque toute sa longueur, il faut reconnaître néanmoins qu'elle est bien incomplète encore, attendu qu'on n'y voit ni le limon panaché, ni les diverses couches qui constituent l'assise inférieure.

Les sables gris blanchâtres avec lignites et blocs de grès, qui existent de l'autre côté de la voie ferrée, font également défaut ici, le terrain quaternaire repose directement sur les sables landeniens glauconifères. Ces sables, appelés *sables aigres* par les ouvriers, sont exploités pour le pavage et la maçonnerie. Au contraire, ceux qui appartiennent au terrain quaternaire, limons à taches noires et ergerons sont recherchés des mouleurs et des fondeurs sous le nom de *sables gras*.

Pourquoi cette disctinction ?

Le sable glauconifère landenien est quartzeux, à grains moyens, assez réguliers et à peu près égaux en volume ; la glauconie n'y est pas très abondante, le calcaire y fait complètement défaut.

Le sable gris jaunâtre, représentant le limon à taches noires, est à grains beaucoup plus fins ; on y trouve quelques agglutinations formées par un ciment ferrugineux, les grains moyens y sont fort rares. Ces sables contiennent un peu de glauconie et des particules charbonneuses, mais aucune trace d'argile ni de calcaire.

Enfin, l'ergeron proprement dit est formé de sable presque pur dont les grains sont assez identiques, comme volume, à ceux du limon à taches noires; leurs angles sont fort émoussés ; on y trouve un peu d'argile et de glauconie et quelques particules charbonneuses. Le carbonate de chaux cristallisé remplit la plupart des tubulures qui le traversent dans tous les sens.

C'est donc presque uniquement à cause d'une différence, très sensible d'ailleurs, entre la forme et la grosseur des grains de chacun de ces dépôts que l'on a des sables gras et des sables aigres.

Avant de reprendre le train, nous jetons un coup d'œil sur une autre tranchée contiguë à celle de M. Hérent, mais beaucoup moins importante.

Ici le terrain quaternaire est très réduit, le limon supérieur seul est exploité comme terre à briques sur un assez long parcours. Vers le haut, il est typique ; mais, à sa base, il conserve la couleur vert brunâtre qu'il a dans les tranchées voisines. L'ergeron manque presque partout. Sous une linéole graveleuse, où l'on rencontre de distance en distance un bloc de grès, il y a parfois un lambeau de limon rougeâtre, échappé au ravinement, et au-dessous, une faible couche de sable gris jaunâtre, séparé des sables landeniens par un lit graveleux.

L'excursion s'est terminée vers dix heures par l'étude de cette dernière tranchée. Tout le monde paraissait convaincu et satisfait.

Nous avions vu à Montigny certaines couches du terrain quaternaire avec des caractères tout particuliers. Malheureusement, comme je viens de le dire, la série en est assez incomplète, ni glaise, ni limon panaché.

Dans les environs de Douai, ces couches sont à peine représentées et très rarement mises à jour.

Une occasion s'est présentée cependant il y a quelques années. Lors du creusement du canal de dérivation de la Scarpe, j'ai pu relever, dans les talus nouvellement dressés, quelques observations que je crois utile de consigner ici.

A Corbehem, au point de rencontre du nouveau canal avec l'ancien, une première tranchée montrait de haut en bas.

Terrain récent	*A*	Limon de lavage	0.60
Assise supérieure	*b*	Ergeron très sableux, rempli de granules de craie.	0.50

A mi-côte, entre les deux s'intercale une couche de limon supérieur, très mince d'abord, mais qui augmente peu à peu d'épaisseur et finit par affleurer bientôt pour former la terre arable.

Plus loin, dans une tranchée ouverte pour la construction de la première écluse, j'ai vu :

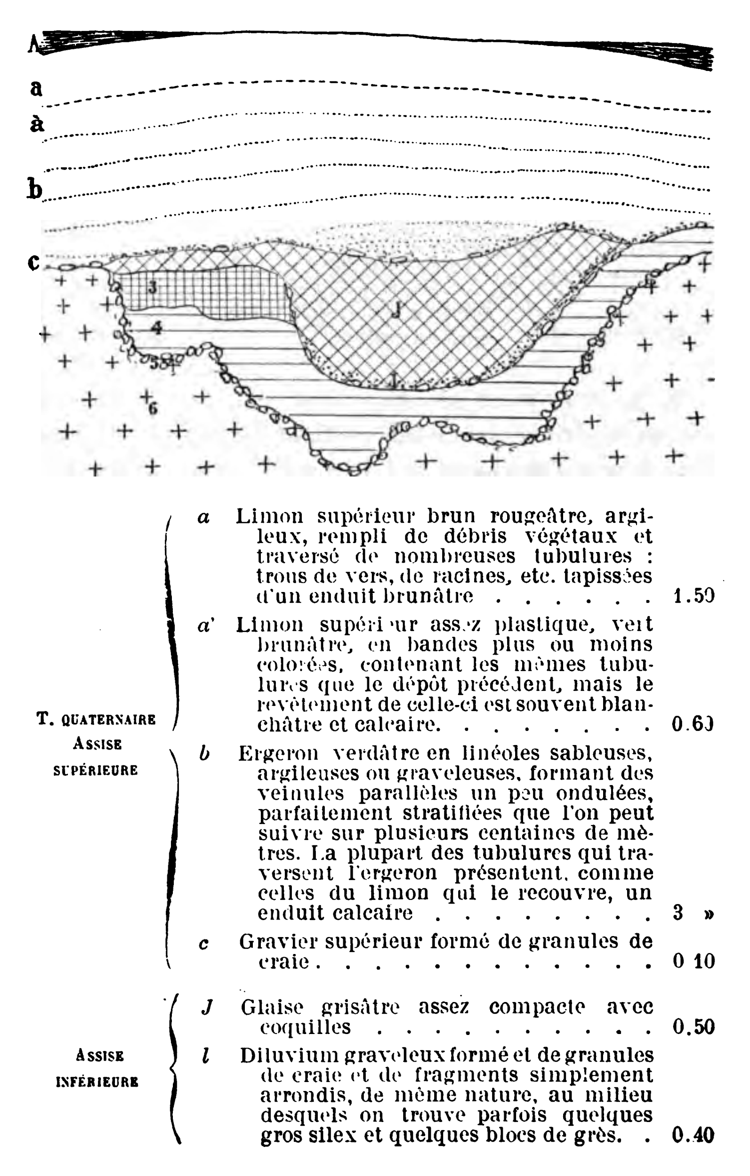
Assise supérieure	*a*	Limon supérieur brun rougeâtre; devenant verdâtre à la base	1.20
	b	Ergeron sableux et graveleux	1.80
	c	Gravier supérieur formé surtout de granules de craie.	0.40

L'assise moyenne manque complètement en ce point. Sous le gravier supérieur, il y a :

Assise inférieure	*j*	Glaise grisâtre contenant : hélix, bulimes succinées, etc. et de nombreux débris végétaux	1.50
	l	Diluvium crayeux.	»

Toutes ces couches se développent à mesure que l'on gravit le coteau qui porte la voie ferrée de Douai à Arras. A 50 mètres en deçà du viaduc, un des talus montrait :

Fig. 3. — *Coupe relevée dans un des talus du canal.*



T. QUATERNAIRE ASSISE SUPÉRIEURE	*a*	Limon supérieur brun rougeâtre, argileux, rempli de débris végétaux et traversé de nombreuses tubulures : trous de vers, de racines, etc. tapissées d'un enduit brunâtre	1.50
	a'	Limon supérieur assez plastique, vert brunâtre, en bandes plus ou moins colorées, contenant les mêmes tubulures que le dépôt précédent, mais le revêtement de celle-ci est souvent blanchâtre et calcaire.	0.60
	b	Ergeron verdâtre en linéoles sableuses, argileuses ou graveleuses, formant des veinules parallèles un peu ondulées, parfaitement stratifiées que l'on peut suivre sur plusieurs centaines de mètres. La plupart des tubulures qui traversent l'ergeron présentent, comme celles du limon qui le recouvre, un enduit calcaire	3 »
	c	Gravier supérieur formé de granules de craie	0 10
ASSISE INFÉRIEURE	*J*	Glaise grisâtre assez compacte avec coquilles	0.50
	l	Diluvium graveleux formé et de granules de craie et de fragments simplement arrondis, de même nature, au milieu desquels on trouve parfois quelques gros silex et quelques blocs de grès. .	0.40

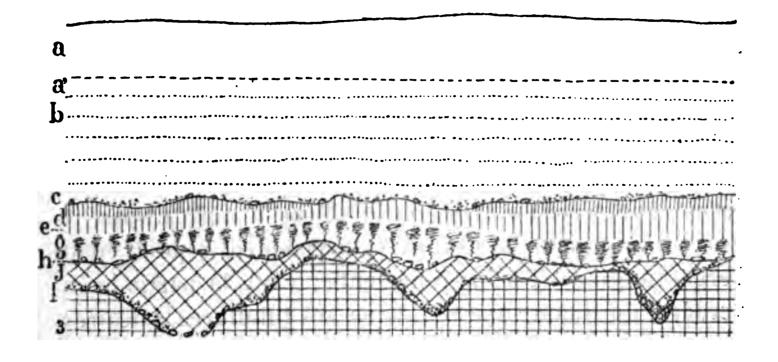
En dessous, on voit, en différents points :

3 Tuffeau gris verdâtre, très glauconieux en plaquettes assez solides 1.50
4 Argile de Louvil, brun noirâtre, très grasse 1.20
5 Conglomérat formé principalement de moellons de craie arrondis, usés. 0.50
6 Craie fendillée contenant une immense quantité d'eau.

Dans cette région de Corbehem, Lambres, etc., le sol tertiaire et le sol crétacé même ont subi de profondes érosions ; leur surface, au lieu d'être horizontale, présente une série de poches où le diluvium et la glaise quaternaire acquièrent une importance notable. L'une d'elles ne mesurait pas moins de 15 mètres de longueur sur 4 mètres de profondeur.

La coupe dont je viens de faire la description a été prise en long dans le talus O. du canal. En voici une autre qui la complète heureusement, c'est le profil de la banquette de terre qui supportait la voie ferrée avant l'établissement du viaduc.

Fig. 4. — *Coupe relevée sous la voie ferrée.*



Assise supérieure	a	Limon supérieur brun rougeâtre. . .	1.50
	a'	id. id verdâtre . . .	0.40
	b	Ergeron sableux avec linéoles graveleuses, tubulures tapissées de carbonate de chaux et nombreuses traces végétales	2.50
	c	Gravier supérieur.	
Assise moyenne	d	Limon tourbeux, brunâtre ou gris, contenant quelques poupées et des granules de craie.	0.10
	e	Limon rougeâtre, bariolé, schistoïde, représentant le fendillé . . .	0.40 à 1.20
	g	Limon panaché conservé seulement dans quelques poches où il atteint parfois .	1.50
	h	Gravier moyen, lit de granules de craie assez épais dans les dépressions.	0.05 à 0.30
Assise inférieure	J	Glaise grise comblant la plupart des cavités creusées dans les couches tertiaires	0.20 à 3
	l	Diluvium formé de blocs de craie, de silex arrondis et d'une quantité considérable de granules dans du sable vert.	0.60
	3	Tuffeau en plaquettes.	

Au N. de la voie, dans les talus E. du canal, on rencontre une coupe absolument identique à celle-ci. Je ne m'y arrêterai pas quoiqu'elle m'ait beaucoup intéressé ; j'y ai ramassé, vers la base, entre le diluvium et la glaise, *un silex taillé* sur les deux faces en forme d'amande, absolument identique aux petites hachettes à taille fine de Saint-Acheul.

Un peu plus loin, sur l'autre rive, l'argile de Louvil forme une série de selles où le tuffeau n'apparaît pas, le gravier supérieur la recouvre directement ; puis vient l'ergeron qui est à peine représenté ; c'est la partie brun verdâtre du limon supérieur avec ses tubulures calcaires

et ses nombreuses traces végétales qui est surtout bien développée, elle ne mesure pas moins de 1m20.

En avançant vers Douai, les dépôts quaternaires diminuent d'importance ; le plus souvent l'assise supérieure repose seule sur le tuffeau ou sur l'argile de Louvil ; parfois c'est la glaise que l'on rencontre sous un peu de limon récent formant ainsi un sol marécageux.

Entre Douai et Pont de la Deûle, le limon supérieur est exploité un peu partout pour la fabrication des briques. A la grande écluse, on a traversé :

Assise supérieure	*a*	Limon supérieur brun rougeâtre . . .	1.20
	a'	id. gris brunâtre avec concrétions calcaires ou poupées assez nombreuses	1 00
	b	Ergeron fin très sableux à stratification bien dessinée par des linéoles de granules de craie qui augmentent d'importance vers la base. Dans les poches, sous l'ergeron stratifié il y a du sable roux presque pur.	2.50
	c	Gravier supérieur formé de très petits granules et de sable grossier. . . .	0.80
		Sable vert, très compact, partie supérieure du tuffeau.	

Au-dessus du nouveau pont, les dépôts supérieurs du terrain quaternaire disparaissent et les talus présentent la disposition suivante de haut en bas :

Terrain récent		Tourbe argileuse brunâtre avec coquilles	0.30
		Gravier composé uniquement de granules de craie.	0.10
Assise inférieure	*J*	Glaise sableuse gris verdâtre, très compacte.	0.40
	l	Diluvium formé de granules de craie et de quelques rares silex	0.15
		Tuffeau très sableux contenant de nombreux fossiles s'effritant complètement au contact de l'air.	

Enfin, près du canal de la Haute-Deûle, les seules couches qui ont été mises à jour sont les suivantes :

TERRAIN RÉCENT		Tourbe argileuse	0.40
		Gravier de nodules de craie	0.20
ASSISE INFÉRIEURE	J	Glaise gris bleuâtre, très sableuse, très compacte. C'est plutôt du sable vert très fin en petits lits séparés par quelques granules de craie.	1.50
	i	Diluvium crayeux.	0.20
		Glaise bleuâtre très compacte (Argile de Louvil).	

De ce qui précède nous retiendrons les faits suivants :

Dans les environs de Douai, le terrain quaternaire présente un faciès un peu différent de celui qu'il a dans le sud de notre département.

L'assise supérieure atteint un dévoloppement normal, mais les assises moyenne et inférieure sont considérablement réduites.

Enfin, l'assise supérieure a fourni de nombreux silex moustériens ; une hache taillée de forme acheuléenne a été trouvée dans l'assise inférieure.

M. **Parent** lit une seconde note de la part de M. l'Abbé Hérent.

Note sur **l'Existence à Moncheaux, près Douai, des « Sables de Mons-en-Pévèle »**

par l'abbé **Jules Hérent**

Dans une communication insérée récemment aux *Annales* [1] sur la colline de Mons-en-Pévèle, je laissais espérer que les travaux du chemin de fer permettraient de résoudre cette question restée sans réponse : la for-

(1) Annales 1895, t. XXIII, p. 186.

mation qui couronne la colline de Moncheaux est-elle de l'âge des *Sables de Mons-en-Pévèle*, ou bien doit-elle être attribuée à *l'argile d'Orchies* ?

La réponse est venue en effet. A 200 mètres de la gare de Moncheaux, dans la direction de Douai, la voie coupe une formation où l'on peut voir les lumachelles à Nummulites identiques au *grès de Pèce*. C'est une argile légèrement sableuse, marneuse çà et là, où j'ai recueilli avec *Nummulites planulata* abondante, *Ostrea multicostata, Ostrea rarilamella, Xanthopsis bispinosus*, dents de requins.

Ce point est à l'altitude 65, ce qui donne à la formation une épaisseur d'au moins 21 mètres (86-65). Cette observation, jointe à d'autres, confirme aussi que la formation est sensiblement plus argileuse à Moncheaux qu'à Mons-en-Pévèle. Il devient encore de plus en plus probable que ce sont les « Sables de Mons-en-Pévèle » qui couronnent le coteau de Thumeries (altitude 68) et le coteau de Wahagnies (altitude 68).

M. **Parent** lit la note suivante de la part de M. Péroche.

*Au sujet de l'*État climatérique de l'Afrique septentrionale

par **J. Péroche**

M. le Docteur Carton a fait à la Société géologique, dans une de ses dernières séances, une très intéressante communication sur la diminution des pluies en Afrique, depuis l'époque romaine, particulièrement dans la Tunisie.

Aux observations très judicieuses formulées à cette occasion par M. Gosselet, touchant des constatations de même nature spéciales à nos régions, je voudrais joindre

quelques considérations plus générales se rattachant à cette grande question des climatologies du passé.

C'est surtout à l'abondance de sa végétation que la Tunisie aurait dû, d'après notre savant collègue, le régime hygrométrique qui alors a été le sien, en ce sens qu'elle y aurait favorisé les chutes aqueuses et assuré, par ce fait, l'alimentation des nappes souterraines, réservoirs des sources et des cours d'eau qui maintenaient au sol la fraîcheur dont il a eu besoin.

Il est hors de doute que l'état de choses indiqué n'a pu rester sans action sur la météorologie du lieu ; mais comment et sous quelles influences s'était développé cette végétation ? Evidemment les grands travaux exécutés n'avaient pu qu'y aider. La cause première de son expansion n'aurait toutefois pu étre là, et si les forêts et les plantations ont plus tard attiré les pluies, il leur a bien fallu, à elles aussi, des pluies pour naître et pour prospérer. D'où celles-là seraient-elles venues ?

Il n'y a pour moi, que la précession des équinoxes à laquelle on puisse sûrement s'adresser pour avoir la réponse à cette question. Si le balancement qui constitue le mouvement a pour effet d'amener des réchauffements, il a aussi pour conséquence de déterminer des refroidissements et c'est simplement au dernier de ces revirements que serait due la situation dans laquelle les Romains avaient dû trouver la riche province dont ils s'étaient emparés et de laquelle ils ont su tant obtenir.

Je n'ai pas à rappeler ici ma théorie de l'action précessionnelle sur les températures du globe. Bien que niée par Arago et par beaucoup de savants qui l'ont suivi dans la même voie, la réalité n'en est pas moins positive, comme je l'ai démontré. Tous les 10.500 ans, en raison du balancement de notre planète, nous passons donc d'un

maximum de chaleur à un maximum de froid, selon les positions que nous occupons sur notre orbite, à l'aphélie ou au périhélie. Or, nous avons eu notre phase de chaleur, avec son maximum, il y a 646 ans, et la phase de froid qui l'a précédée pour nous, remonte, aussi avec son maximum, à 11,116 ans. A l'époque de l'occupation romaine des provinces africaines de la Méditerranée, on était donc encore à une distance du maximum de chaleur vers lequel on tendait, double de celle d'aujourd'hui, et il est certain que, dans ces conditions, le climat ne pouvait être le même. Il devait d'autant plus différer qu'on sortait alors d'une phase de froid, tandis qu'on s'éloigne aujourd'hui de la phase de chaleur. Même dans la Haute Egypte, il y a 4 à 5,000 ans, il y avait encore de vraies richesses végétales, et, en Judée, 2,000 ans plus tard, de grands troupeaux dont vivaient les patriarches trouvaient toujours, sans difficulté, la nourriture dont ils avaient besoin. Quelque chose d'analogue devait nécessairement exister dans les pays plus ou moins avoisinants, et quoi d'étonnant que la Tunisie, par exemple, ait encore participé, plus tard, aux mêmes avantages.

S'étonnera-t-on que la précession puisse avoir de pareils effets ? Au 13me et au 14me siècle de notre ère, la culture de la vigne primitivement cantonnée chez nous dans quelques recoins de la Provence, ne s'était-elle pas étendue jusqu'au delà de nos frontières du Nord ? La Belgique, l'Angleterre et jusqu'à la Hollande ont eu leurs vignobles, quelques-uns même donnant de bonnes et abondantes récoltes. Combien, depuis lors, la vigne ne s'est-elle pas retirée ? A l'origine, les Danois n'avaient-ils pas trouvé, au Groënland, de verts pâturages qui leur avaient servi à la dénomination de la contrée, et il en était de même en Islande. Où sont aujourd'hui les herbages d'alors ? Et si nous retournons si visiblement vers les froids, à

l'époque romaine n'y était-on pas plus engagé encore ? Certes, les Romains se sont montrés de grands maîtres en agriculture, sur le sol africain particulièrement ; mais la climatologie les a sûrement aidés dans une large mesure.

L'opinion de notre confrère est, qu'il eût suffi d'une faible action pour amener en Tunisie la situation qui y existe, et que des pluies printannières moins abondantes auraient pu, seules, par exemple, compromettre le succès des récoltes d'alors.

L'action précessionnelle appartient justement à cet ordre. Elle n'a rien que de très faible dans sa progression, tout en agissant cependant d'une manière sensible. Ce qu'il ne faut pas non plus oublier, c'est qu'en même temps qu'il modifie les moyennes de la température le balancement de la précession allonge ou raccourcit les saisons suivant les phases. A l'époque romaine, nos hivers perdaient en durée, alors qu'ils regagnent aujourd'hui. Ce n'est, du reste, pas avant 600 ans que nous aurons retrouvé la situation cosmique du commencement de notre ère. Seulement si elle redevient alors la même à cet égard, elle ne le sera pas sous le rapport des influences qui s'y ajoutent. Alors, en effet, on sortait d'une phase de froid dont l'influence devait encore se faire sentir, tandis que maintenant nous nous éloignons d'un maximum de chaleur dont les effets n'ont naturellement pas encore disparu.

Il m'a semblé que ces quelques mots étaient nécessaires pour mettre dans tout son jour la situation étudiée par notre savant collègue. La Tunisie lui doit beaucoup. Elle ne lui devra pas moins après ce court commentaire.

Excursion en Ardenne

FAITE DU 5 AU 13 AOUT 1895

par les élèves délégués de toutes les Facultés de France

sous la direction de

M le Professeur GOSSELET

Professeur à la Faculté des Sciences de Lille

Compte-Rendu par

L. FAUCHERON (1er, 2e et 3e jour).
P. GRANGE (4e, 5e, 6e et 7e jour).
C. ROUX (8e et 9e jour).
Licenciés-ès-Sciences Naturelles

Faisaient partie de l'excursion :

Faculté de	BESANÇON.	MM. Belgy
»	»	Marceau.
»	BORDEAUX.	Pétard.
»	»	Laborde.
»	CLERMONT.	Giraud.
»	DIJON.	Renaut.
»	GRENOBLE.	Brunet-Manquat.
»	»	Offner.
»	LILLE.	Ducamp.
»	»	Riche.
»	»	Hautefeuille.
»	»	Lagaise.
»	LYON.	Roux.
»	»	Grange.
»	»	Faucheron.
»	MONTPELLIER.	Combres.
»	NANCY.	Crettier.
»	»	Florentin.
»	»	Grégoire.
»	»	Ferret.
»	RENNES.	Guyot.

Excursion du 5 Août

Le 5 août 1895, les élèves délégués de toutes les Facultés de France se trouvent réunis à Charleville où M. le Professeur Gosselet expose la structure de l'Ardenne, dans une salle du Lycée, mise gracieusement à sa disposition par M. le Proviseur.

L'Ardenne est un massif montagneux qui fait partie de la ceinture du bassin de Paris.

Les massifs montagneux disséminés à la surface du globe sont de diverses natures et de divers âges. Les massifs montagneux de la Provence étudiés dans l'excursion de l'année dernière, et qui sont en relation avec les Alpes presentent beaucoup de faits analogues à ceux que nous pourrons observer dans l'Ardenne.

Les roches qui constituent les divers massifs montagneux ont d'abord été déposées horizontalement au fond des bassins de sédimentation : les lacs et les mers ; il a donc fallu l'intervention de mouvements orogéniques pour redresser et plisser ces couches primitivement horizontales : c'est ce que l'on a pu constater en Provence, c'est aussi ce que l'on pourra observer dans l'Ardenne, avec cette différence que l'Ardenne a été formée bien avant les massifs montagneux de la Provence.

L'Ardenne est en effet très vieille, et par suite de l'action destructive des agents atmosphériques et des cours d'eau, ses pics ont disparu et il ne reste plus qu'un noyau qui a la forme d'un plateau ; c'est au milieu de cet énorme plateau que la Meuse a creusé sa vallée ; l'altitude de ce plateau, parfaitement uniforme, ne dépasse guère 507 mètres !

L'Ardenne est donc un massif montagneux qui a été complètement arrasé.

Transportons-nous à une époque plus ancienne, alors que le massif existait déjà et était plus élevé ; à l'époque

triasique par exemple. A ce moment, de chaque côté du massif, s'étendaient des parties plus basses constituant des plaines et des bassins. Le phénomène géologique qui a relevé l'Ardenne a chassé la mer. Plus tard la mer revint sur les flancs de l'Ardenne actuelle, qu'elle n'atteignit pas encore complètement ; elle arrivait jusqu'à Habay (Belgique) et approchait même de la frontière française. Ce n'est qu'à la période liasique qu'elle atteint les bords de l'Ardenne française. Nous trouvons à Charleville les dépôts liasiques en stratification horizontale sur les terrains plus anciens qui sont inclinés. On observe la même discordance à Aiglemont, où le Lias horizontal repose sur le massif Ardennais incliné vers le sud.

Ce fait géologique a une grande importance : *cette stratification discordante montre d'une façon évidente que le plissement de l'Ardenne est antérieur au Lias.*

A Habay on constate également l'horizontalité du Trias, et à Stavelot, près de Spa, on trouve les traces d'un ancien lac triasique également borizontales.

En allant de Paris à Mézières, nous avons vu des couches de plus en plus anciennes, bien que l'altitude fut peu différente : c'est que tout ces dépôts plongent vers Paris, et un puits fait dans cette ville, rencontrerait très probablement le Lias à 2 kil. environ de profondeur. Quant au Trias on ignore quelle serait sa nature ; il serait très probablement analogue à celui du Sperenberg dans l'Allemagne du Nord.

Nous avons quitté les terrains tertiaires entre Fimes et Reims et nous avons rencontré les dépôts secondaires.

Au fur et à mesure que ces derniers se formaient, la mer se retirait vers le centre du bassin de Paris ; elle était aux environs de Reims à la fin du crétacé.

A l'époque tertiaire la mer revient et recouvre presque toute la partie occidentale de l'Ardenne qui s'est abaissée.

On retrouve en effet sur le plateau de l'Ardenne, à Rocroi, des sables tertiaires. Nous pourrons constater à Givet ces dépôts tertiaires. Dans toute l'Ardenne occidentale on trouve le tertiaire vers 300 mètres d'altitude.

Nous n'étudierons pas ces terrains et nous nous reporterons à l'époque où l'Ardenne n'était pas encore formée.

Les premiers sédiments consistent en schistes et en quartzites.

Les *schistes* sont des roches qui ne sont pas très dures, qui se divisent facilement en feuillets et dans lesquels le microscope révèle la composition suivante : grains de quartz et lamelles de mica potassique. Les lamelles de mica disposées sous forme de lames, enveloppent les grains de quartz.

Il ne se dépose plus de schistes de nos jours et l'on ne rencontre cette roche que dans les massifs montagneux dont les couches sont fortement redressées ; ils ne dépendent cependant pas d'un âge plutôt que d'un autre : très anciens dans l'Ardenne, ils sont tertiaires dans les Alpes ; ce sont des roches métamorphiques.

On peut considérer les schistes comme d'anciens dépôts d'argile ou de quartz et d'éléments feldspathiques plus ou moins altérés. L'élément feldspathique ou alumineux se serait transformé en mica sous l'action du métamorphisme.

On trouve également dans les schistes d'autres minéraux qui colorent cette roche, tels la chlorite qui les colore en vert, le fer oligiste en rouge, le charbon en noir ; les cristaux de fer oligiste, de pyrite cubique, d'aimant, sont en grande abondance.

M. Gosselet a cru pendant longtemps que l'aimant s'était déposé sous forme de cristaux dans les terrains primaires ; actuellement, il attribue ces aimants à des dépôts de fer qui sont cristallisés plus tard sous l'action du métamorphisme.

Comme éléments de métamophisme nous pouvons encore signaler la biotite, l'ottrélite ou silicate d'alumine avec prédominance de manganèse, etc.

Les *quartzites* peuvent être comparés à des grès trés durs ; ils en diffèrent par la cristallisation.

Tels sont les premiers sédiments qui constituent l'Ardenne.

Quel est l'âge de ces dépôts ? Nous les croyons Cambriens à cause de leur ressemblance avec les ardoises de Llamberis. On y trouve des *Oldhamia*, mais dans tous les terrains où l'on trouve des *Oldhamia*, on ne voit pas trace d'autres fossiles.

Ces dépôts une fois formés, le fond de la mer s'est soulevé, ridé et les couches sédimentaires se sont inclinées vers le Sud et sont devenues parfois presque verticales. C'est le ridement de l'Ardenne qui a affecté le Cambrien et qui a eu pour effet de créer une île au milieu de l'Océan qui couvrait le Nord de la France. Cette île, comme l'Ardenne au temps secondaires, s'est affaissée de plus en plus et la mer en a recouvert peu à peu les parties basses.

Le massif purement Cambrien était déjà redressé, tandis que la mer dévonienne l'entourait : *le premier ridement est donc intermédiaire au Cambrien et au Dévonien*, il est antérieur ou postérieur au Silurien.

Il y a donc discordance de stratification entre les couches cambriennes et les couches dévoniennes ; c'est ce que l'on peut observer à la grotte de Linchamps où le Cambrien formé de schistes et de quarzites est vertical alors que les poudingues dévoniens sont horizontaux.

On peut observer la même discordance à Fépin et dans la cheminée de Bogny, mais d'une façon moins nette.

Au commencement du Dévonien, alors que l'Ardenne existait déjà en rudiment, on trouvait une grande île que

nous étudierons demain, entre Bogny et Fumay ; un point élevé dans le Condroz, au Sud de Namur, et un plateau au Nord de Namur, le Brabant.

Quand la mer dévonienne est venue recouvrir ces régions elle a rempli les parties basses et les sédiments se sont déposés horizontalement dans les deux bassins de Namur et de Dinant. Les dépôts du bassin de Namur sont plus récents que ceux du bassin de Dinant.

Une première difficulté théorique se présente : La mer dévonienne a-t-elle recouvert complètement l'Ardenne ? M. Gosselet estime que l'Ardenne est restée une île depuis son ridement et que la mer dévonienne s'est bornée à l'entourer.

A une époque ultérieure, pendant le Carbonifère, tout le massif Ardennais a subi des plissements considérables ; les dépôts ont été redressés et ces terrains nous offrent une inclinaison générale vers le sud. Les rides ont eu pour effet d'exhausser les parties hautes et d'abaisser les parties basses, et par suite, il y a rapprochement des massifs cambrien et silurien.

Il est de mode actuellement d'expliquer ces mouvements par des poussées tangentielles : il y aurait donc eu une poussée tangentielle venue du sud qui aurait rapproché le massif de Fumay de celui du Condroz et ce dernier de celui du Brabant.

M. Gosselet n'accepte pas cette poussée tangentielle et explique ce phénomène plus simplement en le considérant comme le résultat de l'enfoncement des bassins. Cet enfoncement n'a pas eu lieu d'une façon nécessairement symétrique ; ce n'est pas toujours en effet, le centre qui s'enfonce, mais quelquefois un point marginal. Ainsi le bassin de Namur s'enfonçait surtout vers la partie voisine du Condroz et la crête de ce massif l'a recouvert ; en outre cet enfoncement s'est produit avec plissements des couches qui remplissaient le bassin, surtout celles du centre.

Revenons à notre massif cambrien de l'Ardenne, entre Bogny, Monthermé et Fumay.

A Fumay, les couches les plus septentrionales sont formés par des *schistes et des ardoises violettes* colorées par du fer oligiste ; vient ensuite une masse de phyllades noirs : ce sont les *phyllades de Revin* ; puis des phyllades verts aimantifères, les *phyllades de Deville* ; et enfin les *phyllades noirs de Bogny.*

Quel est l'âge de ces couches l'une par rapport à l'autre ?

On peut faire deux hypothèses : la première consiste à admettre que les dépôts les plus anciens sont ceux de Fumay, puis viendraient ensuite les assises de Revin, de Deville et enfin de Bogny.

La seconde hypothèse est l'inverse de celle-là : On peut supposer que les phyllades de Bogny sont les plus anciens. Dans le premier cas, toutes les couches, déposées horizontalement, se seraient ensuite relevées vers le Nord. Dans le second cas, elles seraient renversées. Il n'y a rien pour guider dans le choix des deux hypothèses.

Dumont avait fait une autre hypothèse. Pour lui, Fumay constituait une voûte, Revin un bassin, Deville une voûte et Bogny un bassin; il supposait que Fumay était semblable à Deville; le fer oligiste rouge de Fumay serait représenté à Deville par le fer aimant.

Une quatrième hypothèse a été faite par Hébert et von Lasaulx ; contrairement à M. Dumont, ils admettaient que Revin et Bogny constituaient des voûtes, Fumay et Deville des bassins.

Il est plus simple de suivre l'ordre de la stratification actuelle et de considérer les schistes de Fumay comme les plus anciens.

Cependant cette année M. Gosselet, en se basant sur la ressemblance des schistes de Bogny et de Revin, a été

conduit à penser que ce pouvait bien être les mêmes couches et qu'une faille considérable existerait entre Bogny et Deville ; ce serait un cas de la structure écailleuse de Suess. Voici pourquoi :

Si nous allons vers Sedan, nous trouverons le Dévonien développé et près de Sedan le Cambrien contre lequel s'appuient des poudingues et des schistes rouges dévoniens analogues à ceux du mont Olympe. Il y avait donc, au Sud de Bogny, un bassin comparable à celui de Dinant, mais moins large et moins régulier.

Or, le cambrien qui est au sud (phyllades de Givonne) ressemble beaucoup à celui qui est au nord (phyllades de Bogny et de Revin). Au centre de l'Ardenne belge, à Serpont, près de Libramont, il y a encore un petit affleurement de phyllades noirs semblables à ceux de Givonne et de Bogny. Si on suppose ces couches de Serpont prolongées vers l'ouest, elles viennent passer au milieu du bassin de Charleville, on peut en conclure que la masse des phyllades noirs et quartzites du bassin de Charleville (Bogny, Serpont, Givonne) peut être identifiée à celles de Revin.

La mer dévonienne du bassin de Dinant n'avait pas la largeur qui sépare aujourd'hui Fumay de Namur, elle devait avoir une largeur compararable à la Manche entre la Bretagne et l'Angleterre.

Excursion dans les carrières de Charleville, au Mont Olympe et au Moulin Brioux. — Contact des terrains secondaires et primaires. Lias. — Structure générale des schistes.

En sortant du Lycée, nous nous rendons de l'autre côté du pont de Charleville, au pied du Mont Olympe. Ce rocher, entaillé pour la construction du pont, est constitué par des schistes rouges lie de-vin, luisants, qui se divisent en plusieurs sens et d'une manière irrégulière :

il y a lieu de distinguer la schistosité et la stratification. Ces schistes appartiennent au Gédinnien ; leur inclinaison se fait vers le sud sous un angle de 75° environ.

A 100 mètres plus loin, en descendant la vallée de la Meuse, on retrouve ces mêmes schistes qui alternent avec des schistes verts. La coloration verte est due à la chlorite, la coloration rouge au fer oligiste. La cause de cette variation dans la coloration des schistes n'est pas élucidée ; mais on peut remarquer que les grains de quartz dans les schistes verts sont toujours plus gros.

C'est un fait général, que de rencontrer des tâches rouges dans des schistes verts et des tâches vertes dans des schistes rouges. On observe, du reste, le même phénomène dans bien d'autres terrains, dans les marnes irisées, dans la mollasse tertiaire des environs de Carcassonne, etc.

Au milieu des schistes on trouve des bancs de quartzites qui sont toujours verts.

On peut remarquer que dans les schistes rouges, les fentes deviennent vertes. Cette action, sans doute due à la dissolution du fer sous l'influence des eaux d'infiltration, pourrait expliquer la coloration des schistes verts dans lesquels la filtration est plus facile, puisque les grains de quartz sont plus gros.

Signalons encore dans ces schistes la présence de filons de quartz que l'on examinera ultérieurement.

Au moulin Brioux, les couches gédiniennes alternativement rouges et vertes présentent de nombreux plis avec failles. Sur la voie ferrée, entre les bornes 145 et 145,3 existe une belle tranchée dans laquelle nous avons pu admirer une faille superbe de 4 à 5 mètres d'amplitude, qui a coupé obliquement le schiste et le quartzite.

De l'autre côté de la voie ferrée on trouve des schistes verts micacés avec nids de chlorite et un peu plus loin

des quartzites verts, des arkoses et des psammites rouges qui alternent avec les schistes rouges lie-de-vin.

Au moulin Godard, on observe le contact du dévonien et du lias. Le sous-sol formé par le dévonien sur lequel repose le lias constitué par des débris de schistes rouges à *Schloteimia angulata* et *Montlivaultia Guettardi*.

Les couches jurassiques horizontales reposent sur le dévonien fortement incliné et débutent par le poudingue à *Sch. angulata*. Au-dessus viennent des couches sableuses à *Montlivaultia* de 4 à 5 m. environ d'épaisseur.

Puis à la carrière de chaux hydraulique de M. Perrin où l'on peut observer les assises suivantes : un calcaire marno-argileux, formé d'argiles noires remplies de bitumes et de matières charbonneuses à *O. arcuata, Lima gigantea, Am. bisulcatus, Belem. acutus* et à dépôts côtiers tels que : Arbres, débris de grands reptiles (Ichthyosaures), de poissons, etc. C'est une formation littorale avec argile. L'argile n'est pas un dépôt plus pélagique que le sable; on observe, en effet, sur la côte de Dunkerque, certains dépôts d'argile très pure qui se produisent actuellement au même niveau que le sable.

Au-dessus, on trouve un grès sableux dont on fait des pavés; l'*O. arcuata* qui est à la base en petite quantité, devient malingre et se rapproche de l'*O. Cymbium*. Ce grès renferme *Am. bisulcatus, Pecten disciformis, Cardinia copides*, etc.

Du haut des carrières, on aperçoit le coude que fait la Meuse et qui est dû à un prolongement de calcaire sableux qui s'avance sous Mézières. C'est sur ce calcaire que la cathédrale est construite.

Coucher à Charleville.

Excursion du 6 Août

Départ pour Monthermé. — Étude du terrain Cambrien. — Coucher à Givet.

En sortant de la gare de Monthermé, l'excursion se dirige vers le rocher des Quatre-Fils-Aymon, à Château-Regnault. Nous sommes à la limite du Cambrien et du Dévonien. Le grand noyau cambrien sur lequel nous sommes, s'étend de Bogny à Fumay et l'on a en face de soi le Dévonien à une altitude inférieure d'environ 100 mètres.

Ce noyau Cambrien est formé au Sud de phyllades noirs, de quartzites et de filons de quartz : ce sont les *phyllades de Bogny.*

Au Nord, vient *l'assise de Deville* caractérisée par des phyllades verts aimantifères, exploités comme ardoises, et par des quartzites gris ou blancs, servant à l'empierrement des chemins, exploités à Château-Regnault.

Aux environs de Monthermé et de Deville, on distingue trois grandes masses ardoisières séparées par des bancs de quartzites, ce sont : 1° *la veine ardoisière des Vanelles* exploitée près de la gare de Château-Regnault, et sur la rive gauche de la Meuse, à l'ardoisière des Vanelles; 2° *la veine de St-Barnabé*, qui s'étend au Sud de Monthermé et sur le territoire de Deville ; 3° *la veine de l'Échina* qui s'étend de la vallée de la Longue-Haye jusqu'à Deville.

Chacune de ces bandes ardoisières comprend deux veines désignées sous le nom de Grand-Terne et de Petit-Terne.

Ces ardoises vertes sont criblées de petits cristaux octaèdriques d'aimant légèrement inclinés par rapport au plan du clivage. Ils sont situés dans une petite cavité et enveloppés de chlorite. Entre l'aimant et la chlorite se trouve une zône quartzeuse. Ces cristaux paraissent

avoir subi un traînage dans le sens du clivage, ce qui les a rendus allongés suivant un de leurs axes et parallèles au longrain de l'ardoise.

La bande ardoisière de St-Barnabé est séparée de la première par un banc puissant de quartzites blanc et verdâtre qui constituent les monts Roma et du Fay.

Ces ardoises présentent, près du toit, les caractères précédents, c'est-à-dire qu'elles sont vertes et aimantifères ; au centre de la veine, elles deviennent bleuâtres et les cristaux d'aimant sont remplacés par du fer oligiste en très petits grains,

A Monthermé, nous voyons les couches plonger au Sud et Sud-Ouest et décrire une courbe à convexité tournée vers la Meuse. Cette rivière a coulé tangentiellement à cette courbure qu'elle n'a pu entamer ; elle a, ainsi, décrit un méandre en se dirigeant vers le Sud. C'est à ces courbes décrites par des quartzites qui faisaient obstacles à l'érosion, que M. Gosselet attribue divers méandres de la Meuse.

Près du pont de Monthermé ; on passe à *l'assise de Revin*, formé de phyllades noirs et de quartzites de même couleur. Ce sont ces quartzites noirs qui constituent l'enveloppe de Monthermé.

En sortant de Monthermé, on retrouve les schistes verts aimantifères de Deville, d'abord la veine de l'Échina, puis, la deuxième veine de St-Barnabé qui en est séparée par une puissante masse de quartzite. A l'ardoisière de l'Échina, on a pu constater la superposition des assises de Revin et de Deville.

Nous arrivons bientôt à Deville, et au sortir de ce village nous abandonnons l'assise de Deville pour tomber dans celle de Revin.

En nous dirigeant vers Laifour, nous rencontrons plusieurs gîtes de roches cristallines ; c'est près de

l'usine du Moulin Mairus que nous rencontrons le premier gisement. Nous trouvons là une roche porphyrique, appelée *porphyroïde*, porphyre quartzifère, ou microgranulite par M. Michel Lévy. Cette roche est compacte, remplie d'énormes cristaux d'orthose à arêtes émoussées, et enveloppés d'une pâte cristalline d'oligoclase. La présence de ces grands cristaux ont donné lieu à de vives discussions ; les uns y voyaient une roche éruptive, les autres un conglomérat contemporain des schistes.

La structure de ces gros cristaux, leurs fissures et la disposition de l'enveloppe de l'oligoclase, sont des indications qui permettent de dire que ces cristaux n'ont pas été roulés.

Les petits cristaux ont des arrêtes vives ; ce sont probablement des cristaux d'oligoclase ; ils ont une couleur verdâtre et un éclat gras

Le quartz est en cristaux bipyramidés, bleuâtres à transparence laiteuse.

La pâte est essentiellement phylliteuse ; ces phyllites formés par de la biotite, de la séricite et de la chlorite donnent à la roche une apparence gneissique et sa couleur brune ou verdâtre.

C'est une roche éruptive, métamorphisée et légèrement schisteuse.

On y trouve de gros cristaux cassés avec de la chlorite dans les fissures, ce qui prouve que des mouvements postérieurs se sont produits.

Au contact se trouve une autre roche plus schisteuse : ce sont les *schistes chloritifères* que l'on rencontre au sud comme au nord de la porphyroïde et qui sont parallèles aux phyllades cambriens.

Au-delà des schistes chloritifères, on trouve des schistes à base de séricite, qui forment le passage de la roche

cristalline au phyllade cambrien. Ils ont une inclinaison de 60° environ.

Nous avons constaté dans ce gîte que la porphyroïde est entourée de chaque côté par des schistes chloriteux et séériciteux qui la séparent des schistes noirs de Revin.

On rencontre un peu plus loin un autre gîte de porphyroïde à éléments plus fins.

Vers la maison du garde n° 14, nous avons observé un plissement exagéré des schistes avec quartzite intercalé.

En face du ravin de la grande Commune, nous avons ramassé des échantillons de schistes pyriteux avec filons de quartz et nids de chlorite ; et nous avons remarqué dans une carrière de quartzite noirs, un pli synclinal dont le côté méridional est presque vertical alors que le côté septentrional est incliné vers le Sud. C'est la règle dans les plis synclinaux ; on a le contraire dans les plis anticlinaux pour lesquels le côté septentrional est presque droit ou renversé et le côté sud incliné suivant la direction du terrain.

Dans cette carrière, les schistes noirs de Revin semblent venir buter contre la porphyroïde ; c'est un point à élucider !

Vers la borne 166 de la voie ferrée, on trouve une nouvelle roche éruptive, la diorite, dont nous parlera M. Gosselet, après le déjeuner.

Déjeûner à Laifour.

Porphyroïdes et Diorites sont des roches éruptives. M. Renard l'a démontré en 1883 ; c'est le seul point sur lequel on soit d'accord. Reste à connaître le genre, le mode et l'époque des éruptions.

Dans le 1er gîte que nous avons observé, le banc de porphyroïde était parrallèle aux bancs de schistes ; on peut donc supposer, ou bien que les porphyroïdes sont contemporains des schistes ; ce seraient des sortes de

laves qui ce seraient déposées au fond de la mer cambrienne ; ou bien, ce sont des matières éruptives qui ont été injectées dans les schistes cambriens après leur redressement.

En constatant que les porphyroïdes avaient subi un métamorphisme qui avait donné à la pâte un aspect schistoïde, on en concluait que ces roches étaient contemporaines des schistes cambriens. C'est cette première hypothèse qui régnait il y a quelques années et M. Gosselet admettait lui même cette façon de voir.

Dans une autre hypothèse on faisait remarquer la symétrie qui existe autour des porphyroïdes : il y a en effet une première zône de métamorphisme représentée par les schistes chloritiques ; une 2e zône par les schistes séricitiques.

Pour M. Gosselet les schistes chloritifères étaient un tuf volcanique de l'époque qui aurait été métamorphisé ultérieurement.

M. de Lavallée-Poussin, assura il y a quelques mois, que dans la dernière carrière que nous venons de voir, les schistes étaient coupés par le porphyroïde ; le fait ne nous a pas paru parfaitement clair.

On trouve des porphyroïdes remplis de fragments de schistes, ce qui semblerait démontrer la pré-existence de ces schistes.

L'éruption se serait donc produite à une date postérieure au relèvement des couches.

Visite aux grottes de Laifour. — La fontaine ferrugineuse de Laifour se trouve dans les schistes cambriens qui décrivent une courbe dont la convexité est dirigée vers la vallée. Sous l'effort des mouvements du sol, une partie des schistes a été broyée et les débris ont été enlevés par l'eau ; il en est résulté un vide dans lequel s'accumule la brèche ferrugineuse.

Par suite de l'altération des schistes pyritifères, les eaux se chargent de limonite qu'elles déposent aux points où elles sortent. Ce dépôt de fer, qui se fait sous forme d'oxyde ou de carbonate, réunit les fragments de schistes dans les fentes et forme cette brèche dont tout le monde a pu rapporter un échantillon.

Nous nous rendons ensuite à 300 mètres environ au sud du tunnel de Laifour, dans une carrière située sur le flanc de la montagne et où l'on observe deux bancs de porphyroïdes, l'un supérieur, l'autre inférieur et séparés par des schistes amphiboliques. On a pu y relever la coupe suivante :

1° Phyllades noirs de Revin.
2° Schistes chloritiques.
3° Porphyroïde supérieure.
4° Schistes amphiboliques.
5° Porphyroïde inférieure.
6° Schistes chloritiques.
7° Phyllades noirs de Revin.

Le tout est parallèle aux couches cambriennes.

On peut expliquer la présence de ces deux bancs de porphyroïde de deux façons.

1° Ou bien il y a eu trois éruptions.

A.	Eruption	de porphyroïde
B.	»	d'amphibolite
C.	»	de porphyroïde

2° Ou bien il s'est produit une grande fente dans laquelle a pénétré le porphyroïde qui s'est séparé en deux bancs et dans l'intervalle a pénétré le chloritoschiste amphibolique.

Nous retraversons la Meuse et nous gagnons les carrières des Dames-de-Meuse, situées sur la rive gauche de la rivière.

Dans une première carrière, nous trouvons un filon de diorite massive et pyrifère ; cette roche contient des filons de quartz pyritifère et de chlorite ; on l'emploie comme pavés.

C'est un filon parallèle aux schistes et séparé d'un banc de porphyroïde par un banc de chloritoschiste amphibolique.

Au sommet de la montagne se trouve une autre carrière dans laquelle on peut relever la coupe suivante :

1° Diorite. . . .	5 à 6 m.
2° Chlorito-diorite .	1 m.
3° Porphyroïde . .	1 m. 50 à 2 m.

Revenus à Laifour et avant de prendre le train, nous avons observé dans la tranchée du chemin de fer, au sud de la gare, les schistes noirs de Revin qui présentent des trous laissés par la pyrite qui a été dissoute.

Coucher à Givet.

Journée du 7 Août

Etude du terrain dévonien inférieur. Série normale de Fumay à Vireux

En sortant de la gare de Fumay, nous rencontrons une ancienne ardoisière appartenant à l'assise de Revin et formée de phyllades et de quartzites noirs toujours inclinés vers le sud.

Le rocher de l'Uff nous montre ensuite un bel exemple de plissements. Il y a là une voûte isoclinale assez régulière, limitée au nord par une faille.

On remarque la plus grande régularité dans les couches avant et après la faille, tandis qu'au contraire, dans un pli on a ordinairement la plus grande irrégularité.

Les couches de quartzites avec veines de quartz plongent régulièrement au sud.

Un peu au-delà du rocher de l'Uff, on passe devant l'ardoisière des Peureux. C'est une bande d'ardoires noires appartenant à la base du système de Revin. Elle est constituée par 50 m. environ de phyllades noirs.

On arrive ensuite à l'assise de Fumay qui débute par des quartzites gris blancs.

En remontant vers Fumay, on remarque un bond en miniature dont l'axe, et c'est le cas pour tous les bonds de Fumay, descend vers l'Est. Ces faits se présentent partout dans l'Ardenne, comme s'il existait une pression venant du Sud ; ils ont pour résultat, à Fumay, de faire reparaître la même veine plusieurs fois dans une direction Nord-Sud. Nous passons de là à des quarzites gris, puis des phyllades gris bleuâtres, et enfin aux ardoises violettes qui constituent la veine violette supérieure ou veine de la Renaissance.

En montant la route de Rocroi et vis-à-vis de la maison de M. Perlot, notaire, on a pu voir le sommet d'un pli remarquable présentant une sorte de torsion qui rend 'interprêtation assez difficile. Ces plis, d'ailleurs, sont très nombreux dans tout le Cambrien de l'Ardenne.

Au-dessus de la ville, on domine tout le bassin de Fumay. M. Gosselet nous montre les deux veines ardoisières de la Renaissance et de Sainte-Anne.

Chacune de ces deux veines ardoisières se trouve, grâce aux bonds, rejetée de plus en plus vers le Nord.

Le premier affleurement dont on voit l'exploitation, appartient à la veine de la Renaissance. Un premier bond nous le fait retrouver à l'ardoisière Sainte-Marie ; un autre bond la rejette à l'ardoisière des Trépassés ; un troisième bond la renvoie à l'ardoisière de Follemprise, etc.

Les collines que l'on a en face de soi appartiennent à l'assise de Revin qui enveloppe Fumay comme dans une

demi-circonférence et cela par suite du rejet successif de la même bande.

Quand on arrive à un bond, on remarque que lorsque la couche se recourbe, son épaisseur devient double et c'est là que l'exploitation est la plus active. Nous allons voir dans Fumay, à la salle de Danse, que les couches sont faiblement inclinées, presque horizontales et cependant très épaisses : c'est là en effet, l'origine de la richesse de Fumay.

Avant de descendre dans la ville, nous avons pu constater la présence du diluvium quaternaire laissé par la Meuse à 30 mètres au-dessus de son niveau actuel.

Nous descendons dans Fumay et nous nous rendons à la salle de Danse puis à l'ardoisière Sainte-Marie, où nous recueillons des échantillons d'ardoises violettes.

Au nord de Fumay, vers l'usine Sainte-Anne, nous retrouvons ces mêmes ardoises violettes que nous voyons travailler pour être livrées dans le commerce.

Ces ardoises présentent des bandes vertes plus dures et plus siliceuses dues à l'altération de l'ardoise violette par suite de l'infiltration d'eau oxygénée et siliceuse. Ces veines vertes permettent de constater que la stratification et la schistosité sont différentes.

Le clivage est dû, en effet, à une action mécanique dont le résultat est de faire glisser les particules de la roche dans une même direction. Ces éléments ont glissé suivant un plan et se sont alignés suivant une direction perpendiculaire à la schistosité : c'est cette direction que l'on appelle le longrain.

On déjeune à Fumay.

Après déjeuner, on prends la route de Rocroi et l'on passe devant un rocher nommé le Rocher des Foudres. Ce rocher représente le sommet d'un pli dont les deux

ailes plongent vers le Sud. Il est formé de couches alternativement rouges et vertes qui sont fortement plissées.

A quelques mètres plus loin on a une nouvelle coupe dans les schistes grisâtres et dans des quartzites qui forment des nodules à surface très ondulée.

Arrivés à Haybes, près du passage à niveau, on trouve un nouvel affleurement des ardoises de Fumay dans lesquelles nous avons pu récolter de beaux échantillons d'*Oldhamia radiata*. Après avoir traversé Haybes et avoir longé la rive gauche de la Meuse, nous faisons l'ascension du rocher dit Roche-à-Fépin.

C'est un poudingue formé de cailloux roulés dont quelques-uns atteignent une taille considérable.

Dans la partie nord de l'escarpement, il est en banc presque horizontal sur les phyllades noirs de Revin inclinés vers le S.-E. Il est recouvert par des couches d'arkose d'Haybes également horizontales.

On a pu très bien observer cet escarpement montrant la discordance manifeste du Dévonien et du Cambrien.

Lors de la grande poussée du Sud vers le Nord, le poudingue s'est relevé dans sa partie sud, redressé et presque replié sur sa partie nord.

L'arkose a pris part à ce mouvement et tout cela sans rupture. Les phyllades ont conservé leur position normale et comme ils ont dû prendre part aussi à ce mouvement, il a fallu que leurs feuillets glissassent les uns sur les autres de façon à rester parallèles à eux-mêmes.

En descendant du Signal, on rencontre d'abord les schistes fossilifères de Mondrepuits et un peu plus-bas une carrière d'arkose dont les couches plongent vers le Nord.

Les carrières d'arkose occcupent trois niveaux différents. Dans la carrière inférieure, l'arkose est contact avec les phyllades cambriens.

En suivant la Meuse on rencontre les schistes de Mon-

drepuits et un peu plus loin des schistes et des quartzites rouges et verts, analogues à ceux que l'on a déjà observés au mont Olympe à Charleville. Ce sont les *schistes bigarrés d'Oignies.*

Avant de passer le bac du Risdou, nous voyons au rocher de la Gatte les schistes de Saint-Hubert, qui terminent les quatre assises du gedinien. Ces schistes verts jaunâtres contiennent des bancs de grès et de schistes rouges.

Nous passons sur la rive gauche de la Meuse et nous allons voir au moulin de Fétrogne une superbe tranchée, qui montre les schistes d'Oignies formés de couches alternativement rouges et vertes de schistes et de quartzites.

Nous avons déjà vu que la schistosité était différente de la stratification ; on constate aisément ici que l'une est oblique par rapport à l'autre ; les feuillets sont presque horizontaux et les couches sont inclinées d'environ 24°.

Sur la route de Vireux on rencontre bientôt le Coblenzien dont le premier terme est le *grès d'Anor* qui repose sur les grès de Saint-Hubert.

La partie supérieure de cette assise est formée de schistes et de grés qui forment le passage à la *grauwacke de Montigny* que l'on rencontre bientôt.

Celle-ci renferme de nombreux fossiles ; nous avons pu y reçueillir :

Spirifea paradoxus, Athyris undata, Rhynchonella Goldfussi, Orthis circularis, Leptœna Murchisoni, Chonetes plebeia, Pleurodyctium problematicum, etc., etc.

Plus loin on a vu le grès noir de Vireux. C'est un grès très quartzeux, gris noirâtre, très dur et non fossilifère.

On prend le train à Vireux pour rentrer à Givet.

Après le dîner, M. Gosselet résume ce que nous avons vu dans la journée :

Le Dévonien de l'Ardenne est constitué par les éléments suivants et de bas en haut :

1° *Poudingue de Fépin.* — Ce poudingue est constitué par des galets de quartzites et des fragments de schistes entouré par une pâte siliceuse ou schisteuse, souvent traversées par des lamelles de phyllites et parfois peu cohérente.

Les galets de quartzites diminuent de volume de la base au sommet. Les débris de phyllades proviennent des phyllades cambriens sous-jacents et varient de couleur suivant l'assise sur laquelle ils reposent.

2° *Arkose d'Haybes.* — L'arkose d'Haybes est constituée par des grains de quartz arrondis et des particules de feldspath plus ou moins altérées. Elles renferment des fragments de tourmaline, qui indiquent la présence de roches granitiques dans le voisinage. Cependant on ne trouve pas de granite dans l'Ardenne, sauf dans l'Ardenne de Prusse.

La nature des éléments de l'arkose permet donc d'attribuer son origine à la désagrégation d'une roche granitique aujourd'hui cachée.

3° *Schistes de Mondrepuits.*— Les schistes de Mondrepuits constituent la zône fossilifère la plus ancienne de la région. C'est une faune peu connue à cause du petit nombre de gisements; c'est la seule assise fossilifère du Gédinnien. Elle est formée de schistes verdâtres grossiers, légèrement micacés.

4° *Schistes bigarrés d'Oignies.* — Cette assise toujours identique dans toute l'Ardenne, est formée de schistes rouges lie-de-vin ou vert d'herbe et de quartzites verts qui passent parfois au psammite par la présence de paillettes de mica blanc. Nous les avons déjà vus à Charleville, mais ils sont plus bariolés dans cette localité.

Nous retrouverons demain des schistes analogues, mais plus satinés, remplis de mica blanc, panachés de couleur jaune *(schistes de Joigny).*

5° *Schistes de Saint-Hubert.* — Ces schistes terminent la série Gédinnienne. Ce sont des schistes verts, compacts, avec bancs de grès stratoïdes. Les strates sont dus à de la chlorite et à des grains de quartz qui sont en plus grande quantité dans un lit que dans un autre. Il existe parfois entre ces bancs de grès et de schistes des roches intermédiaires comme la psammite ; d'autres fois ce sont des schistes violacés, rappelant les schistes d'Oignies.

6° *Grès d'Anor* ou *Taunusien.* — Le grès d'Anor constitue le 1er terme du coblenzien. Il comprend deux zônes, l'une, inférieure, formée de phyllades noirs avec bancs de grès blancs fossilifères ; l'autre, supérieure, passant à l'assise suivante, constituée par des schistes gris verdâtres avec bancs fossilifères de quartzophyllades.

7° *Grauwacke de Montigny* ou *Hundsruckien.* — Cette assise est essentiellement formée de schistes grossiers, de grauwacke brunâtre et de grès gris ; les fossiles, à l'état de moules, sont assez nombreux ; nous l'étudierons à nouveau demain.

8° *Grès noir de Vireux.* — Le grès de Vireux est un grès très quartzeux à ciment siliceux ; il est de couleur grise ou gris-noirâtre. Il est employé comme pavés. La partie inférieure contient des schistes et de la grauwacke.

Le coblenzien se termine par le poudingue de Burnot et la grauwacke de Hierges que nous étudierons ultérieurement.

Coucher à Givet.

(A suivre ultérieurement).

Sondages aux environs de Lille

Forage chez M. Vrau, rue du Pont-Neuf, à Lille

par M. PAGNIEZ-MIO

Profondeur		Épaisseur
Forage commencé au fonds d'un puits de 4m		
	Sable gris	4
8	Dièves (quaternaire)	12
20	Marnes blanches.	9
29	Silex	0.10
29.10	Marne	11.90
41	Silex	0.20
41.20	Marne	0.90
42.10	Pierres grises (tun)	1.60
43.70	Pierres à couches de sable . .	5.30

Forage chez M. Joire, à Marcq-en-Barœul

par M. PAGNEZ-MIO

Altitude	Profondeur		Epaisseur
31		Argile jaune	7
	7	Glaise grise	25
	32	Glaise jaunâtre	6
	38	Glaise verte.	1.50
+ 8	39.50	Sable vert	12
	51.50	Sable gris glaiseux	10.50
	62	Glaise noirâtre	15.50
— 46	77.50	Craie blanche	12.50
— 59	90	Sable gris glaiseux	1.50
	91.50	Craie grise avec silex	7.50
	99	Glaise verdâtre	18.90
— 87	117.90	Calcaire carbonifère concrétionné	1.30
			119.20

Forage à Ascq (Croix de Wallers)

Altitude	Profondeur		Épaisseur
+ 31	0 00	Terre végétale	0.35
	0.35	Limon	3.20
+ 27.45	3.55	Petite marne	4
	7 55	Grosse marne.	6.80
+ 16.65	14.35	Dièves tendres	4
	18.35	Dièves dures	15.88
— 3.23	34.23	Calcaire carbonifère.	

La Carte agronomique de la commune de Crespin (Nord).

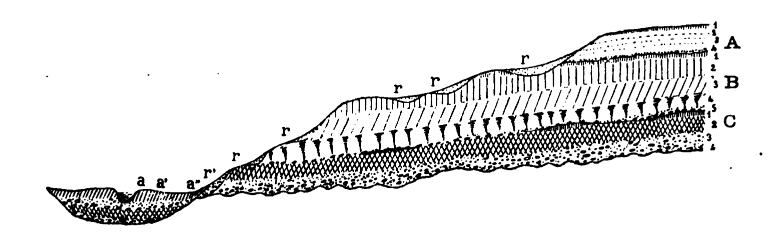
Considérations générales sur les différentes couches de Terrain que l'on rencontre à la surface du sol

par **J. Ladrière** (1)

Dans un travail publié en 1893 (2) par les soins de la Société des Agriculteurs du Nord, après avoir exposé la structure des terrains quaternaires et récents, je démontrais que les divers dépôts qui constituent ces terrains donnent naissance à autant de variétés de sols et de sous-sols.

Cette démonstration m'a permis de conclure qu'un classement géologique des divers sols et sous-sols est le seul véritablement rationnel, et que, pour établir une carte agronomique, il importe, avant tout, de connaître parfaitement la structure des couches superficielles.

Cette structure est des plus complexes, notamment celle du terrain quaternaire. J'ai donné, plusieurs fois déjà, la nomenclature des couches qui le composent ; j'en reproduis ici la coupe générale pour éviter les recherches.



On distingue dans ce terrain trois assises :

(1) Lu dans la séance du 9 février 1896.
(2) Essai de géologie agricole. Bull. Soc. des Agriculteurs du Nord.

A. Une assise supérieure comprenant :

1. *Limon supérieur,* brun rougeâtre, se divisant verticalement en grandes plaques, de forme assez irrégulière.
2. *Limon sableux,* (Ergeron) jaune clair, contenant parfois du calcaire, soit disséminé dans la masse, soit à l'état de concrétions dites poupées.
3. *Gravier supérieur* très rare, le plus souvent formé d'un simple lit de petits éclats de silex.

B. Une assise moyenne, formée par :

1. *Limon gris cendré,* ancien sol végétal, assez compact.
2. *Limon fendillé,* argilo-sableux, rougeâtre, se divisant en petits prismes assez réguliers.
3. *Limon sableux,* à taches noires, charbonneuses, contenant en outre de nombreuses empreintes végétales.
4. *Limon panaché,* gris jaunâtre, sableux, compact, rempli, surtout vers la base, soit de veinules de limonite, soit de concrétions ferrugineuses filiformes.
5. *Gravier moyen,* assez rare, composé de silex parfois volumineux, entiers ou éclatés.

C. Enfin une assise inférieure comprenant :

1. *Limon noirâtre* tourbeux, ancien sol végétal.
2. *Glaise gris verdâtre* très compacte, formée surtout de sable fin ; on y trouve des débris végétaux.
3. *Sable grossier,* contenant parfois des silex.
4. *Gravier inférieur* ou diluvium, amas de silex roulés et de grès empâtés soit dans de la glaise, soit dans du sable grossier.

Ce qui frappe tout d'abord, en examinant ces diverses assises, c'est qu'on retrouve dans chacune d'elles les mêmes éléments, disposés suivant le même ordre de formation : gravier, sable, limon, terre végétale.

Une autre observation qui a son importance au point de vue agricole, c'est que les dépôts des deux premières

assises sont de couleur jaunâtre, tandis que ceux de l'assise inférieure sont restés verdâtres ou bleus, ce qui semble indiquer que les premiers ont subi une oxydation plus intense que les seconds.

Ce serait une erreur de croire que les dépôts quaternaires présentent partout un ensemble aussi complet. On comprend, en effet, que, sous l'influence des agents atmosphériques, un certain nombre d'entre eux aient été largement ravinés, bien souvent les couches supérieures manquent, parfois même c'est l'une ou l'autre des assises qui fait défaut et même toutes les trois à la fois. Il peut arriver enfin qu'une ou plusieurs couches ou assises ne se soient jamais formées, ou bien qu'elles aient été détruites avant la formation d'une couche ou d'une assise immédiatement supérieure.

C'est donc tantôt l'une, tantôt l'autre des couches qui se montre à la surface, or, comme elles sont les unes graveleuses, les autres sableuses ou argileuses, elles donnent naissance à des sols de qualités différentes.

Des nombreuses observations que j'ai faites et des renseignements que j'ai pu recueillir depuis une vingtaine d'années auprès des cultivateurs, il résulte que chacun des sols ainsi formés a des caractères particuliers, qu'il tient plus encore de son état physique, c'est-à-dire du mode de groupement des divers éléments qui le constituent, que de sa composition chimique. Et ces caractères persistent toujours dans une certaine mesure, quelque modification que le cultivateur apporte à sa terre, par les amendements, les engrais et les labours.

D'où la nécessité de bien connaître chacun de ces dépôts, si l'on veut faire un classement rationnel des divers sols et sous-sols.

Mais les couches quaternaires ne sont pas les seules qui se montrent à la surface, bien souvent on y rencontre des formations plus récentes.

On sait, par exemple, que les diverses roches qui affleurent se désagrègent peu à peu sous l'influence des agents atmosphériques ; le produit de ces altérations, entraîné par les eaux pluviales avec des débris organiques de toutes sortes, forme sur les flancs des coteaux, surtout lorsqu'ils sont à pente douce, comme aussi dans certaines dépressions du sol peu accentuées, de nouvelles couches superficielles d'une nature particulière, différente de celle des dépôts quaternaires : ce sont les *limons de lavage ou des pentes* (r-r').

Parfois même les parties les plus fines de ces résidus descendent jusque dans les vallées où elles sont reprises par les eaux d'inondation. Mélangées avec les matières solides que celles-ci tiennent en suspension, elles sont déposées, lors des débordements, dans toute l'étendue du lit majeur des cours d'eau : c'est ce que nous appelons les *alluvions récentes* (a a' a")

On rencontre enfin, mais dans des cas relativement rares et seulement comme sous-sols, diverses couches géologiques appartenant aux âges primaires, secondaires ou tertiaires ; d'ailleurs le nombre des sous-sols n'est guère moins considérable que celui des sols, il varie suivant les régions.

Principales variétés de sols et de sous-sols de Crespin

Avant de passer en revue les différentes espèces de sols et de sous-sols qui existent à Crespin, il me paraît nécessaire de préciser à quels dépôts il convient d'appliquer ces dénominations.

Le *sol* est la première couche minérale que l'on rencontre en creusant une excavation.

La partie supérieure du sol, plus ou moins transformée par les amendements, les engrais et les labours, porte le nom de *sol arable* ou *terre végétale*, la partie inférieure constitue le *sol vierge*.

On donne le nom de *sous-sol* à la couche minérale sur laquelle repose le sol. Ainsi, par exemple, lorsque la première assise du terrain quaternaire existe, c'est le limon supérieur qui constitue le sol vierge, l'ergeron forme le sous-sol.

Alluvions récentes (a) *Alluvions modernes.*

Les alluvions récentes forment à Crespin trois espèces de sols.

Très sableuses sur les bords de l'Hogneau et dans une certaine partie du Marais, elles se chargent d'argile et deviennent limoneuses à quelque distance du cours d'eau; enfin, vers l'extrême limite atteinte par les eaux d'inondation, elles sont généralement glaiseuses.

Les *alluvions sableuses*, qui forment une couche assez épaisse, sont très perméables, de sorte qu'elles se dessèchent et se crevassent profondément sous l'influence de la chaleur. Cependant, comme elles reposent sur un sous-sol constamment imbibé par les eaux de la rivière, elles conservent une certaine humidité. Dans le marais, ces mêmes alluvions ayant une épaisseur moindre et recouvrant un sous-sol plus compact, la glaise, produisent un sol un peu marécageux.

Les *alluvions limoneuses* ont le même sous-sol que les alluvions sableuses. Moins épaisses et plus argileuses que ces dernières, elles se tiennent un peu plus humides.

Enfin les *alluvions glaiseuses* qui ne se rencontrent guère que vers les bords du lit majeur de la rivière, là où les eaux d'inondation n'ont pu entraîner que des débris végétaux et des matières minérales extrêmement tenues, constituent un sol très compact, où l'eau séjourne volontiers, ce qui oblige à y établir des prairies naturelles.

Le sous-sol de la vallée est formé par des sables gris bleuâtres assez grossiers, très perméables.

Limons de lavage (A) *Dépôts meubles sur les pentes*

Les limons de lavage produisent deux grandes variétés de sols : *limon de lavage sans cailloux, limon de lavage avec cailloux.*

Lorsque l'influence des agents météoriques auxquels ces limons doivent leur existence ne s'est fait sentir que sur des roches sableuses et argileuses, ils constituent des terres plus ou moins sableuses, sans cailloux et qui manquent de consistance.

Mais lorsque le remaniement a atteint les couches profondes et en particulier le gravier inférieur ou diluvium, ces limons contiennent des cailloux, ce qui favorise l'évaporation.

Si les limons de lavage ont une certaine épaisseur et reposent sur un sous-sol compact, comme la glaise et le limon panaché, ils constituent d'excellentes terres : c'est ce qui se présente le plus généralement à Crespin. Mais dans les quelques points où ces limons recouvrent directement le diluvium ou le tuffeau, qui sont parfois très perméables, le sol se dessèche facilement et sa valeur est moindre.

Terrain Quaternaire	a'_b Limon quaternaire.
	a'_a Diluvium.

Dans le terrain quaternaire, les conditions de formation des différents termes, du moins de ceux de l'assise supérieure et de l'assise moyenne, paraissent avoir été les mêmes : on y constate les phénomènes d'altération analogues au point de vue agricole. Aussi, certains dépôts de ces deux assises peuvent-ils être absolument identifiés.

Le *limon supérieur* et le *limon feuilleté*, par exemple, constituent un sol argilo sableux très homogène, plastique et cependant assez perméable. Le calcaire y fait complè-

tement défaut ; leur couleur brun rougeâtre est due à des sels de fer oxydés qui imprègnent toute la masse, d'où le nom vulgaire de *rougeons* qu'on leur a donné.

Ce sol est humide là où le sous-sol est compact : glaise ou limon panaché ; mais, sur un sous-sol perméable, ergeron, limon sableux ou diluvium, ce qui est le cas pour Crespin, il forme généralement des terres de première qualité.

Je dois ajouter cependant, que, lorsque le limon supérieur ou le fendillé ont peu d'épaisseur et reposent directement sur le tuffeau, c'est-à-dire sur un sous-sol très perméable, comme cela existe au plateau de Haute-Emblise. le sol est fort peu productif, même avec des dépenses d'engrais considérables.

L'*ergeron* et le *limon sableux à taches noires* servent généralement de sous-sol, le premier au limon supérieur, le second au fendillé. En absorbant une partie des eaux que ces couches contiennent en excès, ils en augmentent la qualité.

Mais parfois ces dépôts se montrent à la surface du sol et donnent naissance à des terres légères dites *terres blanches*, beaucoup plus sableuses que les rougeons ; ces terres, qui se tassent facilement, forment un sol humide et froid si elles ne reposent pas sur un sous-sol très perméable.

A Crespin, où l'ergeron affleure sur le plateau de la route de Condé, l'humidité n'est que très imparfaitement absorbée par le diluvium du sous-sol ; elle s'accumule dans la couche superficielle.

Le *limon panaché* constitue à lui seul un sol ayant des caractères particuliers. Il est finement sableux et fort peu perméable, le fer s'y trouve souvent en très grande abondance, répandu dans la masse soit en veinules plus ou moins régulières, soit, ce qui est plus fréquent encore,

en concrétions filiformes ; sous ces deux états, il attaque les racines des plantes. Les cultivateurs n'estiment guère les terres *ferrugineuses*.

En certains points, le limon panaché atteint une épaisseur assez considérable (1m50 et plus) pour qu'il puisse être considéré à la fois comme sol et comme sous-sol.

C'est sur le bord est du marais de Crespin qu'il occupe le plus grand espace. D'abord sous-sol du limon de lavage, il affleure bientôt et constitue lui-même le sol ; cela se voit notamment sur le flanc du coteau où sont situées les principales habitations de la commune.

Comme je l'ai dit plus haut, l'assise inférieure du terrain quaternaire paraît avoir échappé au phénomène d'oxydation qui a modifié les autres dépôts quaternaires.

La glaise et les sables. — Ces deux couches n'affleurent pas sur le territoire de Crespin, mais on les trouve dans le marais sous les alluvions récentes, où elles forment un sous-sol absolument imperméable.

Quant aux *graviers*, s'ils ne se montrent nulle part, ils n'en sont pas moins fort abondants à Crespin, le *diluvium* surtout ; on l'y a exploité comme ballast pendant de longues années. C'est lui qui sert de sous-sol au coteau de la gare, de Blanc-Misseron jusque vers le milieu du village.

Lorsque les cailloux du diluviun sont empâtés dans du sable, ce qui est le cas le plus général pour Crespin, le sous-sol est assez perméable ; mais, en certains points où le ciment est argileux, la masse tout entière devient compacte et imperméable.

Landénien inférieur (e₄b). *Sable vert et tuffeau*

Pour terminer cette énumération, je signalerai le *tuffeau* qui, à la côte de Haute Emblise, approche assez près de la surface pour être considéré sinon comme sol, du moins

comme sous-sol. C'est du reste la seule couche tertiaire qui, dans cette commune, présente quelque intérêt au point de vue de la culture. Le tuffeau étant presque partout à l'état de sable donne un sous-sol extrêmement perméable. D'autre part, le limon qui le recouvre a une si faible épaisseur qu'en beaucoup de points, il a emprunté au sous-sol la plus grande partie de ses éléments et est devenu presque aussi sableux que lui.

Les terres de Haute-Emblise exigent donc une grande dépense d'engrais pour produire très peu : il y aurait certainement avantage à les reboiser.

Tableau des principaux sols de Crespin

Terrain récent.	I.	Sol formé par les alluvions sableuses.
	II.	» » » limoneuses.
	III.	» » » glaiseuses
	IV.	» par les limons de lavage sans cailloux.
	V.	» par les limons de lavage avec cailloux.
Terrain quaternaire.	VI.	» par le limon supérieur ou par le limon fendillé.
	VII.	» par l'ergeron ou le limon à taches noires.
	VIII.	» par le limon panaché.

Principaux sous-sols

Terrain récent.	1.	Alluvions sableuses, assez perméables.
Terrain quaternaire.	2.	Ergeron ou limon à taches noires, assez perméable.
	3.	Limon fendillé, peu perméable.
	4.	Limon panaché, peu perméable.
	5.	Glaise bleue, imperméable.
	6.	Diluvium, assez perméable.
Terrain tertiaire.	7.	Tuffeau sableux, très perméable.

Mode de représentation des divers sols et sous-sols

Renseignements consignés dans les légendes de la carte agronomique.

La classification des divers sols et sous-sols donnée ci-contre est à peu près identique à celle qui a été établie par le service de la carte géologique détaillée de la France. Je me suis borné, après avoir subdivisé les dépôts récents et quaternaires en caillouteux, sableux, limoneux et glaiseux, à grouper sous un même numéro d'ordre ceux de ces dépôts qui présentent les mêmes caractères au point de vue agricole.

Ce sont ces divers sols et sous-sols qu'il s'agissait de représenter sur le plan d'ensemble du cadastre à l'échelle de 1/10.000.

Les géologues qui se sont occupés des travaux de ce genre savent quelles difficultés l'on éprouve pour tracer avec quelque précision les limites des terrains sur un plan qui ne porte aucune côte d'altitude, et surtout aucune courbe de niveau.

Nos amis, les géologues belges, sont sous ce rapport plus favorisés que nous. Ils possèdent une carte où les courbes de niveau représentent une différence d'altitude soit de deux mètres, soit de cinq mètres seulement. Dans un premier essai, j'avais figuré les sous-sols par des teintes plates et les sols par des hachures discontinues, de couleurs variées. Mais M. Gosselet, m'ayant fait observer que c'était accorder trop d'importance aux sous sols, j'ai dû chercher un autre mode de représentation.

Dans celui que j'ai adopté définitivement, je conserve à chaque terrain sa couleur officielle, c'est-à-dire celle qui lui a été assignée par le service de la carte géologique, et,

pour différencier les diverses variétés de sols et de sous-sols formés par un même terrain, il m'a suffi d'accentuer plus ou moins les teintes.

J'indique le sol arable par des traits discontinus espacés de 0m005 [1].

Le sol vierge par des teintes plates.

Le sous-sol par des traits continus.

En outre, chaque espèce de sol vierge porte un numéro d'ordre en chiffres romains, tandis que les numéros des sous-sols sont en chiffres arabes.

Une centaine de petits sondages poussés jusque 1m50 et pratiqués suivant une même direction rectiligne, toujours perpendiculaire à celle des accidents du sol, vallées et coteaux, m'ont permis de déterminer non seulement les limites des divers terrains, mais encore l'épaisseur du sol arable et celle du sol vierge,

A l'aide de cés renseignements, donnés en décimètres sur la carte même, on peut connaître immédiatement à quelle profondeur se trouve le sous-sol.

J'indique aussi l'emplacement de la prise des échantillons soumis à l'analyse et je figure graphiquement les résultats obtenus par le chimiste [2].

---

(1) Je ne considère pas ces traits comme absolument indispensables ; mais, outre qu'ils précisent la position du sol arable comme recouvrant tous les autres dépôts, représentant une longueur de 50 mètres sur le terrain, ils aideront le cultivateur à reconnaitre l'emplacement des terres qu'il cultive. Leur couleur est identique à celle du sol vierge.

(2) Pour la prise des échantillons, je choisis un terrain complètement épuisé d'engrais, une place de seigle, par exemple, où le sol est aussi nettement caractérisé que possible. Avec une bêche j'y creuse, à quelque distance l'un de l'autre, (50m. environ) trois trous qui descendent jusqu'au sous-sol. C'est des parois de ces excavations que proviennent les matériaux qui me servent à former l'échantillon moyen, soit du sol arable, soit du sol vierge, soumis à l'analyse.

Je signale en outre la position des puits domestiques dont la coupe présente quelque intérêt, comme celle des divers trous d'exploitation de substances utiles à l'agriculture, et enfin celle des sondages profonds qui ont été pratiqués pour la recherche de la houille.

La légende est, je crois, aussi complète que possible.

Dans le bas de la carte sont tous les renseignements, dessins et coupes, destinés à faire comprendre non seulement le mode de représentation des divers sols et sous-sols, mais aussi leur structure géologique. On y voit :

1° Mode de représentation des divers sous-sols.
2° » » » des divers sols.
3° » » » des divers sols et sous-sols combinés.
4° Coupe géologique des principaux puits domestiques avec indication des différentes nappes aquifères, à l'échelle de 1/250.
5° Coupe géologique générale du sol de la commune à l'échelle de 1/500.

Dans cette dernière coupe, chaque terrain a en plus de sa notation particulière, celle qui lui a été donnée par le service de la carte géologique.

Sur le côté gauche se trouvent mentionnés les renseignements suivants :

1° Topographie de la commune.
2° Météorologie.
3° Géologie.
4° Substances utiles à l'Agriculture.
5° Nappes aquifères.

Enfin, à droite, je donne les indications purement agricoles :

1° Définition du sol et du sous-sol.
2° Composition physique [illegible] terre.
3° Composition physique [illegible] principaux sols arables et sols [illegible] commune.
4° [illegible] quelques sols sableux réputés [illegible].

5° Résultats des essais calcimétriques faits sur les échantillons provenant des petits sondages.
6° Eléments fertilisants contenus dans les principaux sols de la commune.
7° Eléments fertilisants nécessaires à une bonne terre.
8° Eléments fertilisants contenus dans les principaux engrais.
9° Evaluation des éléments fertilisants enlevés au sol par 1,000 kg de substance végétale.
10° Classification des sols arables de Crespin, qualités et défauts de chacun
11° Conseils sur la manière dont il faut les traiter : amendements, engrais, travaux divers.

Telle qu'elle est conçue, cette carte sera, je crois, utile aux professeurs d'agriculture et aux instituteurs ; les cultivateurs, les propriétaires, les industriels auront également grand intérêt à la consulter.

Note sur les gîtes de Phosphate de Chaux d'Hem-Monacu, d'Etaves, du Ponthieu, *etc.*

par **J. Gosselet** (1)

Pl. I, II, III.

J'ai eu dernièrement occasion de visiter quelques exploitations de phosphate de chaux qui m'ont fourni des observations importantes (2).

---

(1) Lu dans la séance du 10 mai 1896.

(2) Depuis ma communication à la Société géologique du Nord et à l'Institut (Compt-rend. Acad. Sc., 3 août 1896. p. 290), j'ai fait de nouvelles observations que je joins aux précédentes.

J'ai aussi pris tout récemment connaissance de deux notes intéressantes de M. Strahan (Quart jour. Géol. Soc. XLVII, p. 356, août 1891 et LII, p. 463, août 1896), sur certaines craies phosphatées d'Angleterre. Ce géologue a reconnu plusieurs faits semblables à ceux que j'ai vus. Pour ne pas modifier ma rédaction, je signalerai en notes les points où ses observations s'accordent avec les miennes.

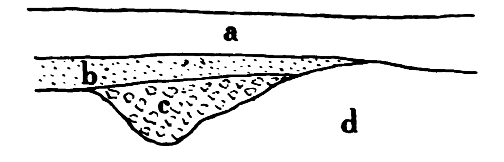
Gîte d'Hem-Monacu. — Le gîte d'Hem-Monacu près de Péronne est particulièrement intéressant, j'ai pu l'étudier à plusieurs reprises grâce à l'obligeance du propriétaire M. Vaudin, je lui en exprime toute ma reconnaissance.

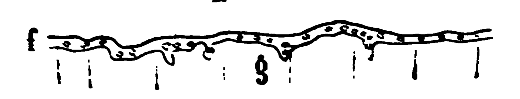
Il occupe une cuvette dont le côté sud incline vers le nord d'environ 10° et dont le côté nord est inconnu.

La carrière inférieure située près de la sucrerie présentait, au moment où je l'ai visitée, la coupe suivante.

Sous le limon un petit lit caillouteux, probablement diluvien, recouvre un banc irrégulier de sable phosphaté de bonne qualité qui pénètre dans des poches peu profondes creusées dans la craie phosphatée.

Fig. 1. — *Coupe d'une portion de la carrière inférieure à Hem-Monacu*





a. Limon,
b. Sable phosphaté remanié.
c. Éboulis de craie phosphatée dans du limon.
d. Craie phosphatée.
f. Conglomérat.
g. Craie blanche inférieure.

Sur un coin de la carrière (fig. 1) on voit une large poche (c), atteignant jusqu'à 6m de profondeur, remplie de blocs irréguliers et polygonaux de craie phosphatée, enveloppés

dans du limon. C'est un dépôt d'éboulement qui paraît pléistocène. Mais il est curieux de le voir surmonté par une couche régulière de sable phosphaté. Celui-ci ne peut être évidemment que plus récent et provenir du lavage de craies ou de sables phosphatés situés à un niveau plus élevé.

Je vois dans ce fait la conformation de mon opinion que du sable phosphaté a pu s'accumuler par ruissellement dans les parties basses avant le creusement des poches.

La craie phosphatée (**d**), qui a 8 m. d'épaisseur, est légèrement grise, elle est formée par de la craie blanche qui contient de nombreux grains de phosphate de chaux. Elle paraît assez homogène; on n'y reconnaît pas de bancs bien distincts. Elle renferme des nodules durs dont la grosseur et le nombre augmentent de haut en bas, de manière à constituer à la base de l'assise un conglomérat (**f**), dont l'épaisseur varie de 10 centimètres à un mètre.

La surface de la craie blanche (**g**), inférieure à la craie phosphatée, se relève vers le sud sous un angle d'environ 10 degrés. Elle est très variable.

Dans un point de la carrière, le banc supérieur de la craie consiste sur une épaisseur de 40 à 50 centimètres en un récif de coraux [1] ramifiés et flexueux, Pl. I, qui s'entrecroisent dans tous les sens. La coquille du polypier a été silicifiée, de sorte qu'il suffit de mettre la masse dans un acide pour dissoudre la craie blanche, qui enveloppe les branches du cormus, et pour isoler ceux-ci. L'intérieur du polypiérite est aussi remplie de craie; quelquefois les cloisons ont disparu. Ce récif n'est actuellement visible que sur quelques mètres carrés de superficie.

Sa sarface présente en quelques points une zone de 1 à 3 centimètres de craie durcie, phosphatisée, perforée

(1) Ces coraux appartiennent au genre *Diblasus*. (Voir à la fin de cette note la description qui en a été faite par M. Parent).

d'une foule de petites vermiculations sinueuses et revêtue d'un vernis brun de phosphate de chaux. Il y a passage sans aucune limite visible entre la craie tendre de l'intérieur du récif et la zone de craie durcie. Ailleurs la couche dure manque : la craie phosphatée recouvre directement la craie à polypiers et pénètre dans de larges perforations qui y sont creusées.

A 20 mètres au sud du récif corallien et à un niveau qui paraît plus élevé, mais qui ne l'est peut-être pas géologiquement en raison de l'inclinaison des couches, la craie est durcie à la surface. Elle est aussi par place couverte de vernis brun.

Les nodules du conglomérat varient de la grosseur d'une noisette à celle du poing. Ils sont mélangés, surtout à la base, de fragments d'Inocérames, de Belemnites, d'Huîtres et de dents de Squales.

Les uns sont durs, plus ou moins riches en phosphate de chaux [1] ; les autres, tendres et crayeux, semblent n'être que de la craie à peine modifiée.

Les premiers sont plus arrondis : leur surface est fréquemment couverte de coquilles adhérentes : Serpules, Huîtres, Spondyles. Ils sont revêtus d'un vernis brun qui s'étend généralement sur les coquilles fixées à leur surface. Leur intérieur présente une foule de petites vermiculations de quelques millimètres de diamètre, comme celles qui viennent d'être citées dans les zones durcies de la craie.

Les seconds ont une forme plus irrégulière, leur vernis est moins constant : ils présentent des perforations assez larges remplies par de la craie phosphatée.

Il est facile de reconnaître que les nodules tendres sont des fragments de la craie blanche sous-jacente qui ont été faiblement remaniés, tandis que les nodules durs provien-

---

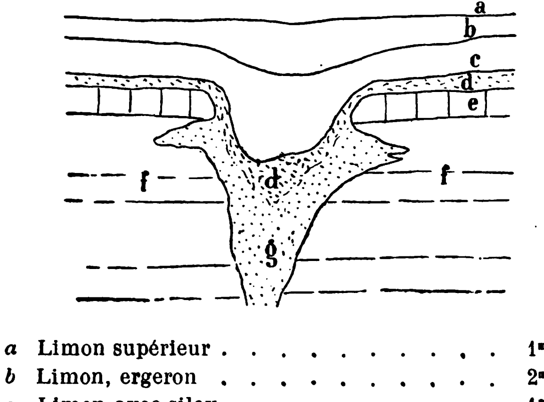
(1) Je dois cette indication de la richesse de certains nodules aux renseignements qui m'ont été donnés par des exploitants.

nent d'une partie de la surface crayeuse, qui a été durcie avant le dépôt de la craie phosphatée et qui a été détruite presque partout.

Ils n'indiquent pas un long transport, car ils ne sont pas transformés en galets ; ils ont cependant dû être ballottés assez longtemps sur le rivage pour être arrondis et avoir servi de points d'attache à des mollusques en voie de développement. Ils étaient dans une eau qui déposait du phosphate de chaux, puisqu'elle les a couvert de vernis brun ; mais ce n'est pas à cette eau qu'ils doivent leur richesse en acide phosphorique, ils la possédaient antérieurement à leur roulis.

Une seconde carrière est ouverte à un niveau un peu plus élevé. On y exploitait plusieurs poches de sable phosphaté, dont une, profonde de 16 mètres, offrait la coupe suivante (fig. 2).

Fig. 2. — *Coupe de la carrière supérieure de Hem-Monacu.*



a	Limon supérieur	1^m
b	Limon, ergeron	2^m
c	Limon avec silex.	1^m50
d	Sable phosphaté, mélangé de limon . . .	0^m50
e	Craie blanche	1^m50
f	Craie phosphatée.	
g	Sable phosphaté pur.	

Cette coupe montre que l'eau de pluie a dissous plus facilement la craie phosphatée que la craie blanche qui est au-dessus. Celle-ci a servi de toit protecteur à une portion de la craie phosphatée.

Losqu'on a creusé l'entrée de cette carrière on a trouvé un véritable ossuaire. M. Boule, qui a vu les ossements avant qu'ils ne se fussent réduits en poussière au musée de Péronne, y a reconnu *Elephas primigenius, Rhinoceros tichorhinus, Equus caballus, Bison priscus, Cervus elaphus, Felis spelea.*

Le point où ont été trouvés les ossements était déblayé comptètement lors de ma visite, mais dans un coin de la tranchée, plus haut que le gîte fossilifère, on voyait une série de couches pleistocènes présentant une inclinaison manifeste vers la vallée.

Sur la craie phosphatée, on voyait de la craie blanche en blocs irréguliers enveloppés de limon. La surface de ce conglomérat crayeux était très inégale. Au-dessus, et comblant en grandes parties ses inégalités, il y avait une couche épaisse de 0^m20 à 1^m de sable phosphaté mélangé de silex et passant dans une extrémité de la tranchée à du limon argileux avec silex.

Au-dessus venaient de bas en haut.

8	Limon avec silex.	0^m40
7	Limon argileux avec silex.	0^m50
6	Limon charbonneux pur sans silex . . .	1^m50
5	Limon jaune avec silex.	1^m
4	Limon brun.	1^m
3	Couche argileuse	0^m20
2	Ergeron avec petits fragments de craie . .	2^m
1	Limon supérieur	1^m

Les ossements auraient été rencontrés, disent les ouvriers, dans le limon jaune n° 5, supérieur à la couche charbonneuse, qui, ajoutent-ils, n'existait pas au point où ils ont été trouvés.



Toujours, d'après eux, on en a aussi receuilli quelques-uns dans la carrière supérieure, également dans le limon à silex (c). D'après cela, ils appartiendraient probablement à l'assise moyenne de M. Ladrière [1].

Un autre fait important relevé par l'exploitation d'Hem-Monacu est la présence de plusieurs couches de phosphate de chaux. Trois puits creusés dans la colline, à un niveau supérieur aux carrières, ont rencontré jusqu'à quatre couches de craie phosphatée. M. Vaudin a bien voulu m'en donner la coupe (2).

Puits n° 1, un peu au-dessus de la seconde carrière.

	Limon	5^{m}30
	Sable phosphaté	1^{m}35
Q	Craie blanche un peu jaune, avec quelques grains phosphatés (teneur en P^2O^5 = 2.63 %)	3^{m}50
P	Craie phosphatée très riche	1^{m}10
O	Craie presque blanche avec quelques grains phosphatés et quelques petits nodules (P^2O^5 = 9 %)	0^{m}90
N	Craie phosphatée (P^2O^5 = 11 %) avec nombreux grains phosphatés et petits fragments de craie blanche. .	2^{m}60
N'	Craie phosphatée avec nodules de craie blanche et perforations . . . . Craie légèrement phosphatée avec larges perforations remplie de craie phosphatée très riche (P^2O^5 = 18%)	1^{m}16
	Cette couche doit être considérée comme la partie supérieure de la suivante.	

(1) M. Boule vient de me dire qu'il a ramassé lui-même des ossements à la base du limon à silex inférieur.

(2) Les analyses et dosages cités dans cette page et dans les suivante sont été faits par M. Spétébroot, Préparateur de Chimie à la Faculté des Sciences de Lille. Le dosage du phosphore est apprécié en acide phosphorique ; il faut multiplier ce nombre par 2,18 pour avoir la quantité de phosphate de chaux. Les craies phosphatées riches, exploitées, n'ont pas été analysées.

J'ai ramassé les échantillons autour des puits un an après leur creusement, il y a donc une légère incertitude à leur égard.

Mode de représentation des divers sols et sous-sols

Renseignements consignés dans les légendes de la carte agronomique.

La classification des divers sols et sous-sols donnée ci-contre est à peu près identique à celle qui a été établie par le service de la carte géologique détaillée de la France. Je me suis borné, après avoir subdivisé les dépôts récents et quaternaires en caillouteux, sableux, limoneux et glaiseux, à grouper sous un même numéro d'ordre ceux de ces dépôts qui présentent les mêmes caractères au point de vue agricole.

Ce sont ces divers sols et sous-sols qu'il s'agissait de représenter sur le plan d'ensemble du cadastre à l'échelle de 1/10.000.

Les géologues qui se sont occupés des travaux de ce genre savent quelles difficultés l'on éprouve pour tracer avec quelque précision les limites des terrains sur un plan qui ne porte aucune côte d'altitude, et surtout aucune courbe de niveau.

Nos amis, les géologues belges, sont sous ce rapport plus favorisés que nous. Ils possèdent une carte où les courbes de niveau représentent une différence d'altitude soit de deux mètres, soit de cinq mètres seulement. Dans un premier essai, j'avais figuré les sous-sols par des teintes plates et les sols par des hachures discontinues, de couleurs variées. Mais M. Gosselet, m'ayant fait observer que c'était accorder trop d'importance aux sous-sols, j'ai dû chercher un autre mode de représentation.

Dans celui que j'ai adopté définitivement, je conserve à chaque terrain sa couleur officielle, c'est-à-dire celle qui lui a été assignée par le service de la carte géologique, et,

pour différencier les diverses variétés de sols et de sous-sols formés par un même terrain, il m'a suffi d'accentuer plus ou moins les teintes.

J'indique le sol arable par des traits discontinus espacés de $0^{m}005$ [1].

Le sol vierge par des teintes plates.

Le sous-sol par des traits continus.

En outre, chaque espèce de sol vierge porte un numéro d'ordre en chiffres romains, tandis que les numéros des sous-sols sont en chiffres arabes.

Une centaine de petits sondages poussés jusque $1^{m}50$ et pratiqués suivant une même direction rectiligne, toujours perpendiculaire à celle des accidents du sol, vallées et coteaux, m'ont permis de déterminer non seulement les limites des divers terrains, mais encore l'épaisseur du sol arable et celle du sol vierge,

A l'aide de cés renseignements, donnés en décimètres sur la carte même, on peut connaître immédiatement à quelle profondeur se trouve le sous-sol.

J'indique aussi l'emplacement de la prise des échantillons soumis à l'analyse et je figure graphiquement les résultats obtenus par le chimiste [2].

---

(1) Je ne considère pas ces traits comme absolument indispensables ; mais, outre qu'ils précisent la position du sol arable comme recouvrant tous les autres dépôts, représentant une longueur de 50 mètres sur le terrain, ils aideront le cultivateur à reconnaitre l'emplacement des terres qu'il cultive. Leur couleur est identique à celle du sol vierge.

(2) Pour la prise des échantillons, je choisis un terrain complètement épuisé d'engrais, une place de seigle, par exemple, où le sol est aussi nettement caractérisé que possible. Avec une bèche j'y creuse, à quelque distance l'un de l'autre, (50^{m}. environ) trois trous qui descendent jusqu'au sous-sol. C'est des parois de ces excavations que proviennent les matériaux qui me servent à former l'échantillon moyen, soit du sol arable, soit du sol vierge, soumis à l'analyse.

Je signale en outre la position des puits domestiques dont la coupe présente quelque intérêt, comme celle des divers trous d'exploitation de substances utiles à l'agriculture, et enfin celle des sondages profonds qui ont été pratiqués pour la recherche de la houille.

La légende est, je crois, aussi complète que possible.

Dans le bas de la carte sont tous les renseignements, dessins et coupes, destinés à faire comprendre non seulement le mode de représentation des divers sols et sous-sols, mais aussi leur structure géologique. On y voit :

1° Mode de représentation des divers sous-sols.
2° » » » des divers sols.
3° » » » des divers sols et sous-sols combinés.
4° Coupe géologique des principaux puits domestiques avec indication des différentes nappes aquifères, à l'échelle de 1/250.
5° Coupe géologique générale du sol de la commune à l'échelle de 1/500.

Dans cette dernière coupe, chaque terrain a en plus de sa notation particulière, celle qui lui a été donnée par le service de la carte géologique.

Sur le côté gauche se trouvent mentionnés les renseignements suivants :

1° Topographie de la commune.
2° Météréologie.
3° Géologie.
4° Substances utiles à l'Agriculture.
5° Nappes aquifères.

Enfin, à droite, je donne les indications purement agricoles :

1° Définition du sol et du sous-sol.
2° Constitution physique d'une bonne terre.
3° Constitution physique des principaux sols arables et sols vierges de la commune
4° Constitution physique de quelques sols sableux réputés excellents, comparaison avec ceux de Crespin.

5° Résultats des essais calcimétriques faits sur les échantillons provenant des petits sondages.
6° Eléments fertilisants contenus dans les principaux sols de la commune.
7° Eléments fertilisants nécessaires à une bonne terre.
8° Eléments fertilisants contenus dans les principaux engrais.
9° Evaluation des éléments fertilisants enlevés au sol par 1,000 kg de substance végétale.
10° Classification des sols arables de Crespin, qualités et défauts de chacun
11° Conseils sur la manière dont il faut les traiter : amendements, engrais, travaux divers.

Telle qu'elle est conçue, cette carte sera, je crois, utile aux professeurs d'agriculture et aux instituteurs ; les cultivateurs, les propriétaires, les industriels auront également grand intérêt à la consulter.

Note sur les gîtes de Phosphate de Chaux d'Hem-Monacu, d'Etaves, du Ponthieu, *etc.*

par **J. Gosselet** (1)

Pl. I, II, III.

J'ai eu dernièrement occasion de visiter quelques exploitations de phosphate de chaux qui m'ont fourni des observations importantes (2).

(1) Lu dans la séance du 10 mai 1896.

(2) Depuis ma communication à la Société géologique du Nord et à l'Institut (Compt-rend. Acad. Sc., 3 août 1896. p. 290), j'ai fait de nouvelles observations que je joins aux précédentes.

J'ai aussi pris tout récemment connaissance de deux notes intéressantes de M. Strahan (Quart jour. Géol. Soc. XLVII, p. 356, août 1891 et LII, p. 463, août 1896), sur certaines craies phosphatées d'Angleterre. Ce géologue a reconnu plusieurs faits semblables à ceux que j'ai vus. Pour ne pas modifier ma rédaction, je signalerai en notes les points où ses observations s'accordent avec les miennes.

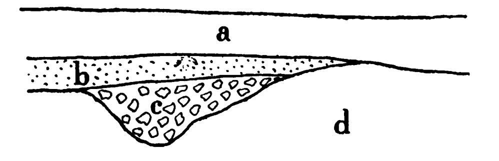
Gîte d'Hem-Monacu. — Le gîte d'Hem-Monacu près de Péronne est particulièrement intéressant, j'ai pu l'étudier à plusieurs reprises grâce à l'obligeance du propriétaire M. Vaudin, je lui en exprime toute ma reconnaissance.

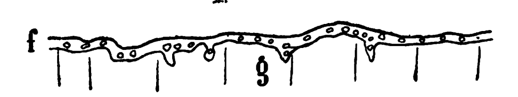
Il occupe une cuvette dont le côté sud incline vers le nord d'environ 10° et dont le côté nord est inconnu.

La carrière inférieure située près de la sucrerie présentait, au moment où je l'ai visitée, la coupe suivante.

Sous le limon un petit lit caillouteux, probablement diluvien, recouvre un banc irrégulier de sable phosphaté de bonne qualité qui pénètre dans des poches peu profondes creusées dans la craie phosphatée.

Fig. 1. — *Coupe d'une portion de la carrière inférieure à Hem-Monacu*





a. Limon.
b. Sable phosphaté remanié.
c. Éboulis de craie phosphatée dans du limon.
d. Craie phosphatée.
f. Conglomérat.
g. Craie blanche inférieure.

Sur un coin de la carrière (fig. 1) on voit une large poche (**c**), atteignant jusqu'à 6^{m} de profondeur, remplie de blocs irréguliers et polygonaux de craie phosphatée, enveloppés

dans du limon. C'est un dépôt d'éboulement qui paraît pléistocène. Mais il est curieux de le voir surmonté par une couche régulière de sable phosphaté. Celui-ci ne peut être évidemment que plus récent et provenir du lavage de craies ou de sables phosphatés situés à un niveau plus élevé.

Je vois dans ce fait la conformation de mon opinion que du sable phosphaté a pu s'accumuler par ruissellement dans les parties basses avant le creusement des poches.

La craie phosphatée (**d**), qui a 8 m. d'épaisseur, est légèrement grise, elle est formée par de la craie blanche qui contient de nombreux grains de phosphate de chaux. Elle paraît assez homogène ; on n'y reconnaît pas de bancs bien distincts. Elle renferme des nodules durs dont la grosseur et le nombre augmentent de haut en bas, de manière à constituer à la base de l'assise un conglomérat (**f**), dont l'épaisseur varie de 10 centimètres à un mètre.

La surface de la craie blanche (**g**), inférieure à la craie phosphatée, se relève vers le sud sous un angle d'environ 10 degrés. Elle est très variable.

Dans un point de la carrière, le banc supérieur de la craie consiste sur une épaisseur de 40 à 50 centimètres en un récif de coraux [1] ramifiés et flexueux, Pl. I, qui s'entrecroisent dans tous les sens. La coquille du polypier a été silicifiée, de sorte qu'il suffit de mettre la masse dans un acide pour dissoudre la craie blanche, qui enveloppe les branches du cormus, et pour isoler ceux-ci. L'intérieur du polypiérite est aussi remplie de craie ; quelquefois les cloisons ont disparu. Ce récif n'est actuellement visible que sur quelques mètres carrés de superficie.

Sa sarface présente en quelques points une zone de 1 à 3 centimètres de craie durcie, phosphatisée, perforée

(1) Ces coraux appartiennent au genre *Diblasus*. (Voir à la fin de cette note la description qui en a été faite par M. Parent).

d'une foule de petites vermiculations sinueuses et revêtue d'un vernis brun de phosphate de chaux. Il y a passage sans aucune limite visible entre la craie tendre de l'intérieur du récif et la zone de craie durcie. Ailleurs la couche dure manque ; la craie phosphatée recouvre directement la craie à polypiers et pénètre dans de larges perforations qui y sont creusées.

A 20 mètres au sud du récif corallien et à un niveau qui paraît plus élevé, mais qui ne l'est peut-être pas géologiquement en raison de l'inclinaison des couches, la craie est durcie à la surface. Elle est aussi par place couverte de vernis brun.

Les nodules du conglomérat varient de la grosseur d'une noisette à celle du poing. Ils sont mélangés, surtout à la base, de fragments d'Inocérames, de Belemnites, d'Huîtres et de dents de Squales.

Les uns sont durs, plus ou moins riches en phosphate de chaux [1]; les autres, tendres et crayeux, semblent n'être que de la craie à peine modifiée.

Les premiers sont plus arrondis ; leur surface est fréquemment couverte de coquilles adhérentes : Serpules, Huîtres, Spondyles. Ils sont revêtus d'un vernis brun qui s'étend généralement sur les coquilles fixées à leur surface. Leur intérieur présente une foule de petites vermiculations de quelques millimètres de diamètre, comme celles qui viennent d'être citées dans les zones durcies de la craie.

Les seconds ont une forme plus irrégulière, leur vernis est moins constant ; ils présentent des perforations assez larges remplies par de la craie phosphatée.

Il est facile de reconnaître que les nodules tendres sont des fragments de la craie blanche sous-jacente qui ont été faiblement remaniés, tandis que les nodules durs provien-

---

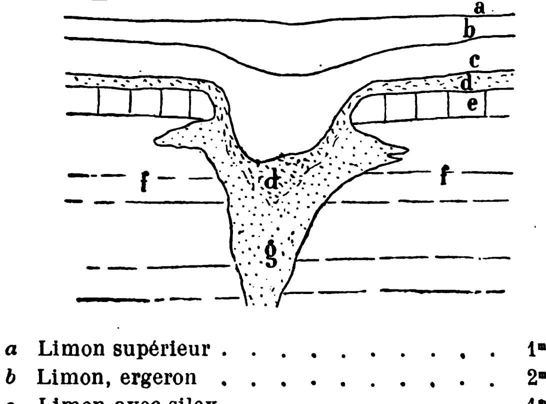
(1) Je dois cette indication de la richesse de certains nodules aux renseignements qui m'ont été donnés par des exploitants.

nent d'une partie de la surface crayeuse, qui a été durcie avant le dépôt de la craie phosphatée et qui a été détruite presque partout.

Ils n'indiquent pas un long transport, car ils ne sont pas transformés en galets ; ils ont cependant dû être ballottés assez longtemps sur le rivage pour être arrondis et avoir servi de points d'attache à des mollusques en voie de développement. Ils étaient dans une eau qui déposait du phosphate de chaux, puisqu'elle les a couvert de vernis brun ; mais ce n'est pas à cette eau qu'ils doivent leur richesse en acide phosphorique, ils la possédaient antérieurement à leur roulis.

Une seconde carrière est ouverte à un niveau un peu plus élevé. On y exploitait plusieurs poches de sable phosphaté, dont une, profonde de 16 mètres, offrait la coupe suivante (fig. 2).

Fig. 2. — *Coupe de la carrière supérieure de Hem-Monacu.*



a	Limon supérieur	1^m
b	Limon, ergeron	2^m
c	Limon avec silex.	1^m50
d	Sable phosphaté, mélangé de limon . . .	0^m50
e	Craie blanche	1^m50
f	Craie phosphatée.	
g	Sable phosphaté pur.	

Cette coupe montre que l'eau de pluie a dissous plus facilement la craie phosphatée que la craie blanche qui est au-dessus. Celle-ci a servi de toit protecteur à une portion de la craie phosphatée.

Losqu'on a creusé l'entrée de cette carrière on a trouvé un véritable ossuaire. M. Boule, qui a vu les ossements avant qu'ils ne se fussent réduits en poussière au musée de Péronne, y a reconnu *Elephas primigenius, Rhinoceros tichorhinus, Equus caballus, Bison priscus, Cervus elaphus, Felis spelea.*

Le point où ont été trouvés les ossements était déblayé comptètement lors de ma visite, mais dans un coin de la tranchée, plus haut que le gîte fossilifère, on voyait une série de couches pleistocènes présentant une inclinaison manifeste vers la vallée.

Sur la craie phosphatée, on voyait de la craie blanche en blocs irréguliers enveloppés de limon. La surface de ce conglomérat crayeux était très inégale. Au-dessus, et comblant en grandes parties ses inégalités, il y avait une couche épaisse de 0m20 à 1m de sable phosphaté mélangé de silex et passant dans une extrémité de la tranchée à du limon argileux avec silex.

Au-dessus venaient de bas en haut.

8	Limon avec silex.	0m40
7	Limon argileux avec silex.	0m50
6	Limon charbonneux pur sans silex . . .	1m50
5	Limon jaune avec silex.	1m
4	Limon brun.	1m
3	Couche argileuse	0m20
2	Ergeron avec petits fragments de craie . .	2m
1	Limon supérieur	1m

Les ossements auraient été rencontrés, disent les ouvriers, dans le limon jaune n° 5, supérieur à la couche charbonneuse, qui, ajoutent-ils, n'existait pas au point où ils ont été trouvés.

Toujours, d'après eux, on en a aussi receuilli quelques-uns dans la carrière supérieure, également dans le limon à silex (c). D'après cela, ils appartiendraient probablement à l'assise moyenne de M. Ladrière [1].

Un autre fait important relevé par l'exploitation d'Hem-Monacu est la présence de plusieurs couches de phosphate de chaux. Trois puits creusés dans la colline, à un niveau supérieur aux carrières, ont rencontré jusqu'à quatre couches de craie phosphatée. M. Vaudin a bien voulu m'en donner la coupe [2].

Puits n° 1, un peu au-dessus de la seconde carrière.

	Limon	$5^{m}30$
	Sable phosphaté	$1^{m}35$
Q	Craie blanche un peu jaune, avec quelques grains phosphatés (teneur en P^2O^5 = 2.63 %)	$3^{m}50$
P	Craie phosphatée très riche	$1^{m}10$
O	Craie presque blanche avec quelques grains phosphatés et quelques petits nodules (P^2O^5 = 9 %)	$0^{m}90$
N	Craie phosphatée (P^2O^5 = 11 %) avec nombreux grains phosphatés et petits fragments de craie blanche. .	$2^{m}60$
N'	Craie phosphatée avec nodules de craie blanche et perforations . . . . Craie légèrement phosphatée avec larges perforations remplie de craie phosphatée très riche (P^2O^5 = 18%)	$1^{m}16$
	Cette couche doit être considérée comme la partie supérieure de la suivante.	

(1) M. Boule vient de me dire qu'il a ramassé lui-même des ossements à la base du limon à silex inférieur.

(2) Les analyses et dosages cités dans cette page et dans les suivante sont été faits par M. Spétébroot, Préparateur de Chimie à la Faculté des Sciences de Lille. Le dosage du phosphore est apprécié en acide phosphorique ; il faut multiplier ce nombre par 2,18 pour avoir la quantité de phosphate de chaux. Les craies phosphatées riches, exploitées, n'ont pas été analysées.

J'ai ramassé les échantillons autour des puits un an après leur creusement, il y a donc une légère incertitude à leur égard.

M	Craie jaune avec quelques grains de phosphate et des enclaves ou perforations contenant de la craie phosphatée (P^2O^5 = 2.34 %)	$1^{m}35$
L	Craie phosphatée riche	$3^{m}80$
K	Craie blanche (P^2O^5 = 2%) à surface vernissée, couverte d'huitres, avec zone de 20 centimètres de craie durcie, perforée de nombreuses vermiculations; larges perforations pénétrant dans l'intérieur.	

Puits n° 3, plus élevé que le précédent.

	Limon	$8^{m}95$
	Sable phosphaté	$1^{m}35$
Q	Craie blanche homogène (P^2O^5 = 2.04 %)	2^{m}
P	Craie phosphatée très riche, avec nodules	$0^{m}75$
O	Craie blanche, légèrement phosphatée avec larges perforations à la partie supérieure	$2^{m}10$
N	Craie phosphatée riche.	$3^{m}25$
M	Craie phosphatée avec fragments anguleux de craie jaune	$0^{m}55$
L	Craie phosphatée riche, avec conglomérat à la base . .	$3^{m}50$
K	Craie blanche avec perforations remplies de craie phosphatée.	

Puits n° 2, plus élevé encore.

S	Craie blanc jaunâtre contenant quelques grains de phosphate de chaux (P^2O^5 = 5.60 %)	$7^{m}45$
R	Craie phosphatée riche, avec conglomérat à la base. .	$0^{m}70$
Q	Craie blanche (P^2O^5 = 2.34) présentant de larges perforations remplies de craie phosphatée avec nodules (P^2O^5 = 18.83)	$4^{m}25$
Q'	Craie blanche contenant quelques grains phosphatés .	$0^{m}60$
P	Craie phosphatée riche.	$0^{m}75$
O	Craie blanche avec grains phosphatés (P^2O^5 = 8) . .	$1^{m}70$
N	Craie phosphatée riche avec nodules.	$2^{m}70$
M	Craie blanche assez homogène contenant quelques grains phosphatés (P^2O^5 = 5)	$3^{m}30$
L	Craie phosphatée riche présentant des nodules à la base	$2^{m}90$
K	Craie blanche (P^2O^5 = 2.04) avec perforations dans lesquelles pénètre la craie phosphatée. Elle contient elle-même des nodules durs.	

En résumé, dans ces trois puits le fond est formé par de la craie blanche (K) légèrement phosphatée ($P^2O^5 = 2$ %). Cette craie contient au puits n° 2, comme dans la carrière inférieure des fragments d'Inocérames et des nodules de craie durcie. Ceux-ci sembleraient indiquer l'existence, à un niveau inférieur, non connu, d'un banc de craie dure dont proviendraient les nodules. La surface de cette craie, au n° 2, présente de larges perforations dans lesquelles pénètre de la craie phosphatée (1). Il en est de même au puits n° 3, mais dans ce puits la partie supérieure de la craie est plus dure que dans le précédent. On y trouve même un conglomérat de fragments de craie durcie ressoudés et formant une masse qui a été perforée postérieurement et pénétrée par de la craie phosphatée. Dans le puits n° 1, la partie supérieure de la craie sur une épaisseur de 0m20 est durcie, traversée de vermiculations, tantôt pleines, tantôt vides ; elle est recouverte d'huîtres et de serpules, et revêtue, ainsi que ces coquilles, d'un vernis brun.

Le banc inférieur de craie phosphatée riche (L) a 3m80 au puits n° 1, 3m50 au n° 3 et 2m90 au n° 2. A sa partie inférieure, il y a toujours un conglomérat de nodules en craie durcie arrondis, corrodés, vernissés, couverts d'huîtres et agglutinés par de la craie phosphatée.

Il est surmonté d'une craie spéciale (M). Au n° 1, elle est jaune et assez dure ($P^2O^5 = 2,34$). Non seulement elle contient quelques grains de phosphate, mais encore des enclaves cylindriques du diamètre d'une plume, où les grains de phosphate sont plus nombreux ; ce sont aussi des perforations ; plusieurs d'entr'elles sont vides.

(1) Dans les perforations, la craie phosphatée enveloppe des nodules semblables à ceux de la craie blanche et des plaques d'Inocérames de plus d'un décimètre de diamètre ; il semble que ces parties plus dures aient été respectées par l'animal perforant.

A la surface, il y a un banc de craie plus blanche avec très larges perforations remplies de craie phosphatée riche ($P.^2O^5 = 18$ °/₀) et qui a été pour cette raison confondu avec la couche suivante. Au puits n° 2, la craie (M) est d'un blanc jaunâtre ($P^2O^5 = 4{,}44$), mais moins dure que la précédente. Au puits n° 3, elle a la même teinte blanc jaunâtre, mais elle est parcourue en tous sens par de larges perforations remplies de craie phosphatée, qui la transforment en une sorte de brêche.

Ce premier intervalle a 1ᵐ35 au puits n° 1, 0ᵐ55 au puits n° 3 et 3ᵐ30 au puits n° 2.

Le second banc de craie phosphatée (N) commence par un conglomérat de nodules vernissés et perforés. Au n° 1, les nodules sont très irréguliers, très perforés, couverts d'un léger vernis ; ils portent des coquilles fixées à leur surface ; ils sont en craie blanche ($P^2O^5 = 6$ °/₀) et dans cette craie blanche on distingue de petits nodules de calcaire dur.

Ce deuxième banc de craie phosphatée a 3ᵐ70 au n° 1, 3ᵐ20 au n° 3 et 2ᵐ70 au n° 2.

Le second intervalle (O) est occupé par de la craie blanche avec grains de phosphate de chaux en quantité notable. Dans le puits n° 1, elle est presque blanche ($P^2O^5 = 9$ °/₀), mais elle contient des petits fragments de craie dure. Dans le n° 3, elle présente de larges perforations remplies de craie plus phosphatée. Dans le n° 2, les grains de phosphate sont moins abondants ($P^2O^5 = 7.50$).

La 3ᵉ couche de craie phosphatée (P) est épaisse de 1ᵐ10 dans le n° 1 ; 0ᵐ75 dans le n° 3 et 0ᵐ70 dans le n° 2.

Le troisième intervalle (Q) est formé dans le n° 1 par de la craie blanc jaunâtre ($P^2O^5 = 2.63$) avec grains de phosphate disséminés et tubulures remplies de craie phosphatée plus riche. Dans le n° 3, cette craie blanc jaunâtre est homogène ($P^2O^5 = 2.04$). Dans le n° 2, elle reste très peu

phosphatée par elle-même (P^2O^5 = 2.44), mais elle présente dans sa partie supérieure de larges perforations remplies de craie phosphatée riche et de nodules ; dans sa partie inférieure (Q') elle est homogène, et plus généralement phosphatée.

La 4e couche de craie phosphatée (R) n'existe plus que dans le puits no 2, c'est-à-dire dans le plus élevé. Dans les deux autres elle a été transformée en sable. Au no 2, où elle a 9m70 d'épaisseur, elle présente à la base un conglomérat de nodules de petite taille.

Au-dessus, toujours dans le no 2, viennent 7m45 de craie blanc-jaunâtre (S) contenant encore quelques grains de phosphate (P^2O^5 = 5.60).

Ainsi, il y a à Hem-Monacu plusieurs couches de craie phosphatée riche, séparées par des craies blanches ou blanc jaunâtre, toujours un peu phosphatées, mais beaucoup plus pauvres.

Toutes les couches de craie phosphatée riches reposent sur un banc de craie pauvre durcie et perforée ; toutes commencent par un conglomérat de nodules durs, roulés, vernissés et perforés.

Il y a donc eu répétition à plusieurs reprises d'un même phénomène ou plutôt d'une même série de phénomènes, qui sont essentiellement littoraux.

On a souvent attribué le durcissement des roches à une émersion. C'est peut-être une opinion trop absolue, car il n'est pas démontré qu'il ne puisse se faire sous l'eau. Mais il indique certainement un arrêt de la sédimentation.

On pourrait supposer qu'il se produit quand un courant rapide lave le fond de la mer et y empêche tout espèce de dépôt. Cette action peut-elle se passer a de grandes profondeurs ? Nous n'en savons rien.

Mais le durcissement de la couche supérieure de la craie a été précédé ou accompagné de sa perforation par des

animaux qui y creusaient des galeries cylindriques et flexueuses de 1 à 2 millimètres de diamètre. Nous voyons ce fait se produire tous les jours sur nos côtes [1].

Puis est venue une puissante érosion ; la couche dure a été enlevée ; les fragments ont été roulés, de nouveau perforés, tout en servant de point d'attache à des mollusques ; c'est là encore un phénomène purement littoral, qui ne peut pas être dû à un courant, mais à l'action de fortes vagues.

Il coïncide avec un changement dans la sédimentation, un apport abondant de matière phosphatée.

Dans les points où la couche dure a été enlevée, la craie blanche mise à nu, a été attaquée par de nouveaux animaux perforants, qui ont creusé des cavités de plus grande

---

(1) M. Strahan a observé aussi que la craie blanche inférieure aux craies phosphatées de Taplow et de Lewes est durcie à la surface et qu'elle est en outre traversée par des tubes de toutes formes et de toutes tailles.

On pouvait croire que le durcissement tenait à la phosphatisation de la craie. D'après les analyses de M. Plager, il n'en est rien. La composition de la craie durcie ne diffère pas de celle de la craie ordinaire. M. Strahan suppose que la dureté est due à un ciment cristallin. Il émet l'hypothèse suivante : Le remplacement du carbonate de chaux par du phosphate de chaux dans les organismes de la craie phosphatée supérieure aux bancs durs a rendu libre de l'acide carbonique ; il s'est fait du bicarbonate de chaux soluble. Cette solution venant au contact de la craie blanche inférieure, qui est moins perméable, peut l'avoir durcie par son infiltration et y avoir déterminé la formation de cristaux de calcite.

Cependant M. Straham a quelques doutes sur ce processus, car il remarque que tous les bancs durs de la craie ne sont pas recouverts par de la craie phosphatée ; il en est qui sont sous de la craie blanche. De plus, leur structure nodulaire semble suggérer une action de concrétionnement accompagnée d'un arrêt et d'un changement dans la sédimentation.

Quant aux perforations, il est disposé à admettre l'opinion de M. Zittel que ce seraient des moules d'éponges cornées.

taille dans tous les sens et jusqu'à une profondeur de plus de 1 mètre. Ils ont parfois traversé les restes de la couche dure, mais ils se sont alors borné a y percer un trou cylindrique ; arrivés dans la craie inférieure plus tendre, ils y ont étalé leurs galeries ramifiées (Pl. II et III). Dans la craie à polypiers, on constate que l'animal perforant passait entre les branches coralliennes en les respectant. Quelquefois, il pénétrait dans l'intérieur d'un polypier. On voit une branche dont les cloisons ont été détruites et qui est remplie à moitié par de la craie blanche, à moitié par de la craie phosphatée.

Ces perforations ont précédé le dépôt de la craie phosphatée riche, la première action des eaux chargées de phosphate a été de détruire la population perforante et de remplir les cavités de leurs sédiments. En même temps, elles déposaient sur la surface de la craie et des nodules, et quelquefois même dans l'intérieur des perforations, un vernis brun de phosphate de chaux. On remarque encore autour de certaines perforations un étui de calcaire dur, comparable à celui qui constitue la surface durcie de la craie blanche.

On pourrait supposer que la formation de l'enduit vernissé est postérieur, qu'il est dû à l'action des eaux souterraines, qui, traversant la craie phosphatée, y dissolvent du phosphate de chaux qu'elles déposent ensuite au contact de la craie. Mais on a vu plus haut que le dépôt de l'enduit est contemporain de la fixation des mollusques sur les nodules et par conséquent de la sédimentation de la craie phosphatée.

Il n'est pas prouvé du reste que les eaux souterraines filtrant à travers la craie phosphatée pourraient produire l'enduit en question. A Hem-Monacu, les poches remplies de sable phosphaté ne sont pas toujours tapissées par de l'argile noire comme à Doullens. Leurs parois sont durcies,

mais ce qu'il y a de singulier, c'est que la craie qui la constitue, au lieu d'être enrichie en phosphate, est plutôt appauvrie. L'analyse des parois d'une de ces poches a fourni pour la craie normale 2,24 °/o de P^2O^5 et pour la zone durcie 2,19 °/o.

La nature littoral des dépôts de craie phosphatée vient corroborer la déduction que l'on pouvait tirer de la présence du récif corallien à la partie supérieure de la craie blanche. Un tel récif ne peut se former que sous une faible profondeur (20 brasses ou 40 mètres environ (1)). Il y a donc lieu de renoncer à l'hypothèse suivant laquelle la craie se serait déposée à des profondeurs comparables à celles où l'on trouve la boue à Globérines actuelle (2).

Ces considérations sont en parfait accord avec la théorie donnée par M. Ad. Carnot, sur l'origine des dépôts de phosphate de chaux.

Gîtes d'Étaves. — J'ai visité de nouveau les gîtes d'Étaves, guidé par M. Caro, chef d'exploitation de la Compagnie Anonyme, que je ne saurais trop remercier de sa complaisance.

Les seules exploitations actuellement en activité sont celles de Bocquiau, sur la pente sud de la colline qui est au N.-O. du village. C'est là que se trouvent le chantier Duplaquet et celui de la Société Anonyme.

En 1893 (3) la carrière était située à mi-côte. L'exploitation du sable phosphaté y est actuellement terminée. La craie phosphatée dans laquelle étaient creusées les poches remplies de phosphate y est aussi presque complètement enlevée. Elle avait environ 2m d'épaisseur,

---

(1) LAPPARENT. — Traité de Géologie, 1. p. 357.

(2) Et même à celle de Strahan, attribuant une profondeur de 200 à 600 m. à la mer, où s'est déposée la craie phosphatée.

(3) Ann. Soc. géol. du Nord, XXI, p. 156.

formant une petite masse de 100m de large, du N.-O. au S.-E., et de 180m de long, du N.-E. au S.-O. Elle plongeait d'une dizaine de degrés vers le S.-E., reposant sur la craie blanche et recouvertes par les couches tertiaires(1). Sur l'emplacement occupé par cette craie, on trouve encore un certain nombre de nodules qui viennent du conglomérat de base et beaucoup de fossiles : Bélemnites, Huîtres, dents de Squales.

Si l'on descend par le plan incliné vers la carrière aujourd'hui en exploitation, on doit traverser une tranchée creusée dans la craie blanche inférieure ; puis à un niveau inférieur de 20m environ à la base de la carrière précédente, on retrouve la craie phosphatée. Il est évident que le banc de craie phosphatée que j'avais figuré continu (2) est divisé en deux parties par une faille.

La seconde partie de la craie phosphatée, celle qui est actuellement exploitée, se trouve située au fond du vallon et est aussi légèrement inclinée vers le S.-E., où elle va probablement se terminer par une faille comme je l'ai figurée en 1893. La constatation de la faille qui est au N. et que je ne soupçonnais pas alors, donne une grande probalité à mon hypothèse.

Dans cette seconde partie (fig. 3), la craie phosphatée est surmontée par de la craie blanche. Cependant son épaisseur est très variable. Si l'on suit le banc de craie phosphatée dans sa longueur, c'est-à-dire du N.-E. au S.-O., on voit son épaisseur s'accroître de 3m à 12m ; puis subitement elle revient à 3m pour acquérir de nouveau 12m, aller buter contre un mur de craie blanche et revenir à l'épaisseur de 1m.

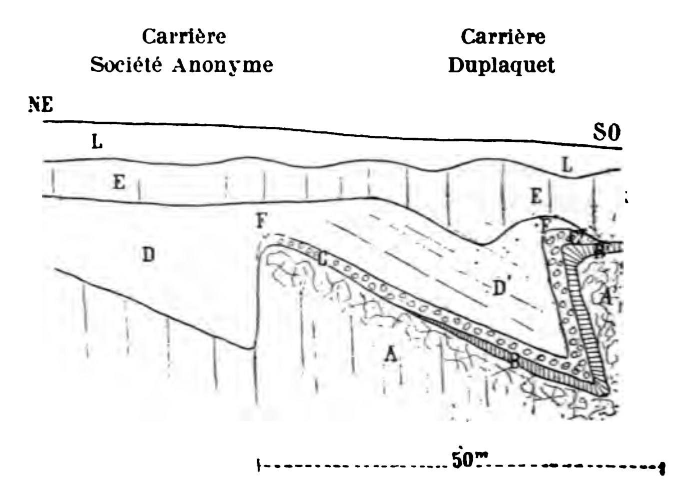
On ne peut, en apparence, expliquer cette disposition

(1) Loc. cit., p. 156.
(2) Loc. cit., p. 158, fig. 3.

que par l'existence de deux failles, **F** et **F'**, perpendiculaires aux failles précédentes.

On verra plus loin comment cette hypothèse doit être modifiée.

Fig. 3. — *Coupe du gîte de craie phosphatée d'Étaves.*



A, A'	Craie blanche à surface perforée.
B B'	Craie dure.
C C'	Conglomérat phosphaté.
D D'	Craie phosphatée.
E	Craie blanche supérieure.
F F'	Pseudo-failles.
L	Limon.

A la base de la craie phosphatée il y a un conglomérat, C, formé de nodules semblables à ceux de Hem-Monacu. Les uns sont très durs, grisâtres, traversés d'une foule de petits cylindres tortueux qui sont dûs à d'anciennes perforations ; leur forme est plus ou moins arrondie ; leur surface, couverte de Serpules et d'Huitres qui s'y sont fixées, est revêtue du vernis brun caractéristique. Les autres nodules

blancs, moins durs, ont une forme plus irrégulière ; leur surface est plus corrodée, le vernis moins abondant. Ces divers nodules proviennent de la craie sous-jacente.

En certains points de la carrière d'Étaves, on rencontre à la surface de la craie blanche inférieure, un banc de calcaire dur B, épais de 20 à 50 centimètres, dont la composition n'est pas toujours la même.

Tantôt c'est du calcaire assez compact, traversé par les nombreuses petites perforations dont il vient d'être question plus haut. Tantôt il a une structure brèchiforme, il paraît formé de fragments de craie durcie, ou de calcaire dur précité, réunis par un ciment où les grains de phosphate sont abondants. On estime que ces parties dures contiennent en moyenne 38 % de phosphate de chaux.

La surface du banc dur porte des Serpules, des Huîtres, des Spondyles et au-dessus le vernis brun. Il y a par place plusieurs bancs de vernis et certains fragments de la brèche sont enveloppés de vernis. Celui-ci se déposait donc en même temps que se formait la brèche.

Le calcaire dur est traversé par des perforations droites assez étroites, qui s'élargissent, se ramifient et s'anastomosent dès qu'elles arrivent dans la craie jaune sous jacente. Ces perforations ne s'ouvrent pas toujours en dehors. Il en est dans lesquelles la brèche pénètre et qui sont alors recouvertes par le vernis (Pl. I et II). On doit les considérer comme antérieures à la formation de la brèche, ou plutôt comme contemporaines.

On doit aussi admettre que ces lambeaux de calcaire dur sont les restes d'un banc général qui couvrait la craie blanche inférieure et qui a été presque partout enlevé et roulé avant le dépôt du conglomérat dont il a fourni les nodules.

L'apparence de faille (**F'**) qui limite au S.-O. la carrière Duplaquet présente une disposition des plus curieuses (fig. 3).

Sur la lèvre N.-E. de la faille, la craie phosphatée (**D'**) a 10m d'épaisseur ; les bancs sont peu nets, cependant ils paraissent s'incliner vers la faille. Une petite couche régulière de nodules, située à 1m50 au-dessus du fond présente cette inclinaison. L'autre lèvre de la faille montre un mur de craie blanc-jaunâtre, lourde, demi-dure, traversée en tous sens par de larges perforations remplies de craie phosphatée. Au-dessus vient le banc de calcaire dur B', dont il a été question précédemment ; puis, le conglomérat C' et la craie phosphatée ordinaire qui n'a pas plus de 1m d'épaisseur et qui cesse rapidement vers le S.-O. Il y a donc une dénivellation d'environ 10m.

Si on examine le mur de craie jaunie (**A'**) on voit que les perforations ramifiées s'étendent sur toute sa surface depuis le haut jusqu'en bas. Dans la partie qui n'a pas encore été exploitée, le banc de calcaire dur est plaqué contre le mur de craie jaunie ; il tapisse donc la faille [1]. Il est accompagné du côté de la craie phosphatée par une petite couche de conglomérat, formée de nodules roulés, empâtés dans de la craie phosphatée et accompagnés d'huîtres très abondantes. C'est évidemment la base de la craie phosphatée, redressée et plongeant avec une inclinaison de 85° sous la craie blanc jaunâtre.

La craie jaunâtre, le calcaire dur et la base du conglomérat ont donc été repliés et pour ces trois couches l'apparence de faille n'est qu'un pli à angle droit. Je considère comme probable qu'il en est de même pour la craie brune, malgré l'apparence des fissures plus ou moins parallèles, qui se dirigent vers la pseudo-faille.

---

(1) Dans la figure, je l'ai représenté constituant un banc continu ; en réalité l'état de la carrière ne m'a pas permis de m'en assurer ; il est possible qu'il soit discontinu et démantelé comme je l'ai dit précédemment.

Il y aurait donc là une véritable cuvette produite par un pli synclinal tout à fait comparable à ceux qui affectent les terrains primaires des environs d'Avesnes. C'est l'hypothèse à laquelle je me rallie pour le moment.

Une autre pseudo-faille **F** de même direction et probablement de même nature existe dans la concession de la Société Anonyme. L'exploitation momentanément suspendue doit reprendre dans quelques mois ; j'espère qu'elle nous donnera de nouvelles lumières sur cet intéressant problème.

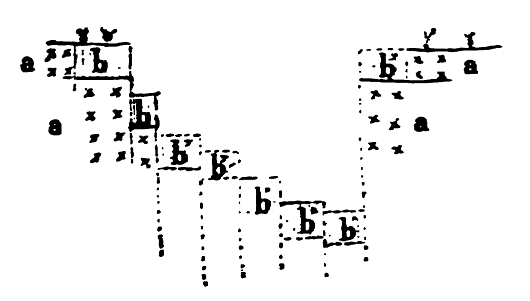
Ce n'est pas le seul que soulève la coupe de la carrière d'Etaves. Il a été dit plus haut que la craie blanche supérieure (**E**) s'étend uniformément sur la craie phosphatée, quelque soit l'épaisseur de cette dernière. Cette disposition n'est explicable dans l'hypothèse de failles ou de plis qu'en supposant que ces accidents se sont produits avant le dépôt de la craie blanche supérieure. Il y a donc discordance de stratification entre la craie blanche et la craie craie phosphatée qui est au-dessous. Le plissement si accentué est antérieur au dépôt de la craie blanche, mais il s'est continué pendant le commencement de ce dépôt, car on peut voir dans la carrière Duplaquet la craie blanche épousant légèrement le pli synclinal de la craie phosphatée.

Par suite de la discordance de stratification, on devrait s'attendre à trouver un conglomérat entre la craie blanche et la craie phosphatée. Il n'en est rien ; mais il y a à la surface de la craie phosphatée, sous la craie blanche, une couche irrégulière de sable phosphaté riche ayant en moyenne dix centimètres.

On peut supposer que ce sable phosphaté a été isolé de la craie phosphatée pendant une période d'émersion qui a suivi le plissement. On peut aussi admettre que la décalcification s'est faite souterrainement. Les eaux qui

circulaient dans la craie phosphatée s'accumulant au ciel de la nappe aquifère par suite de la difficulté de pénétrer dans la craie blanche, y exerçaient leur pouvoir dissolvant. J'ai déjà appelé l'attention de la Société géologique du Nord [1] sur l'action de l'eau des nappes aquifères au toit de la couche, au contact d'une couche imperméable qui s'oppose à leur ascension [2].

Fig. 4. — *Coupe hypothétique du gîte des Vanelles.*



a Craie blanche. — *b* Craie phosphatée. — *b'* Id., enlevée.

M. Caro m'a conduit visiter le gîte de Vanelles situé à 2 kilomètres au S. d'Etaves et à l'E. de la cote 116 de l'Etat Major. A ce gîte, qui est complètement épuisé, le

(1) Ann. Soc. Géol. Nord XXI p. 148.

(2) *Note ajoutée pendant l'impression.* — La première hypothèse est la bonne. Je viens de me procurer des fragments du banc supérieur de craie phosphatée, sous le sable. On y trouve des perforations dans lesquelles pénètre le sable phosphaté. Il y aurait donc eu après le dépôt de la craie phosphatée, lixiviation de cette craie, séparation des grains phosphatés, et formation d'une nappe horizontale de sable phosphaté.

Ainsi se confirmerait l'hypothèse, que j'ai déjà admise plusieurs fois, sur la possibilité de la séparation de sable phosphaté par lixiviation, sur son remaniement à l'état de dépôt sédimentaire et sur sa descente dans les poches à la manière des autres couches tertiaires.

phosphate de chaux remplissait un large fossé qui avait jusqu'à 8m 50 de profondeur. Malheureusement lors de ma visite presque tout était remblayé, je n'ai pu voir qu'un bord du fossé. On y distinguait la trace de deux failles parallèles situées à 40 centimètres l'une de l'autre et produisant des dénivellations d'un mètre. Il est probable que la fosse était le résultat d'une série de petites failles parallèles. Mais d'après ce que m'a dit M. Caro, du côté opposé à celui que j'ai vu, il n'y aurait eu qu'une seule faille d'une amplitude beaucoup plus grande.

Le gîte de Puy Ségur à l'O. du village près de la ligne du chemin de fer a été aussi complètement épuisé par la Société Anonyme; M. Caro m'a donné à son sujet les renseignements suivants : La craie phosphatée remplissait trois dépressions de 15, 20 et 60m de large. La dernière, la plus orientale montrait la craie blanche supérieure à la craie phosphatée et se terminait à l'E. par un mur de craie blanche.

Un autre petit gîte non encore exploité se trouve à 700 mètres du précédent.

Gîte de Fresnoy-le-Grand. — L'exploitation de la carrière de M. Flour est très avancée; on n'y voit plus les failles ou plutôt les plis que j'y ai indiqués (1). L'exploitation est reportée un peu plus haut.

Le fond de la carrière présente actuellement la coupe suivante de haut en bas :

f.	Limon, cailloux et sable	2m
e.	Craie blanche	4m
d.	Craie grise phosphatée	1m50
c.	Conglomérat de nodules phosphaté	0m10
b.	Craie très perforée ayant l'apparence d'un conglomérat (Pseudo-conglomérat)	0m15
a.	Craie blanche inférieure avec nombreuses perforations.	

(1) Ann. Soc. Géol. du Nord XXI, p. 151, fig. 1.

La couche de craie phosphatée **d** est actuellement exploitée sur une longueur de 100m du S.-E. au N.-O. Elle est séparée en deux bancs par une petite couche plus argileuse. Vers l'extrémité N. de la carrière, elle perd rapidement de sa richesse en phosphate; les grains de phosphate de chaux diminuent en nombre, en même temps que de petits nodules se disséminent dans toutes l'épaisseur de la couche. Il y a passage insensible, mais rapide, entre la craie exploitable et celle qui ne l'est pas. Tandis que dans la partie exploitée le banc de craie phosphaté à 1m au-dessus du conglomérat contient encore plus de 30 % de phosphate de chaux ($P^2O^5 = 14$ %), à une distance de 4m le même banc, non exploité cette fois, ne renferme plus que 13 % de phosphate ($P^2O^5 = 6{,}20$ %).

Le conglomérat **c** est formé de petits nodules de craie phosphatée dure, arrondis et vernissés à la surface, enveloppés dans de la craie phosphatée sableuse.

La couche **b** a aussi l'apparence d'un conglomérat, mais quand on l'étudie avec soin, on remarque qu'elle est formée de fragments irréguliers de craie blanche entourés de craie phosphatée sableuse, très riche, qui est aussi abondante sinon plus que la craie blanche. On doit la considérer comme de la craie blanche criblée de perforations si étendues et si abondantes qu'il ne reste plus que des morceaux isolés de la roche primitive [1].

Les morceaux de craie blanche qui sont à la partie supérieure de la couche sont couverts du vernis brun. La couche **b** constituait donc la surface de la craie blanche avant les perforations qui l'ont en grande partie fait disparaître. Le vernis brun n'est pas absolument limité à la surface supérieure des morceaux de craie blanche; il descend souvent sur les autres surfaces des morceaux de craie blanche, mais il y est moins épais.

---

(1) Loc. cit., p. 154, fig. 2.

La craie blanche inférieure **a** présente aussi des perforations très nombreuses, qui vont en diminuant avec la profondeur. Elle n'est pas nettement séparée de la couche **b**, mais tandis que dans la couche **b** les morceaux de craie blanche sont complètement isolés, dans la couche **a**, il y a simplement engrenage très ramifié de la craie blanche et de la craie phosphatée.

Dans un point de la carrière, la partie supérieure de la craie blanche sous le pseudo-conglomérat crayeux, présente une petite zone de craie très dure, rayant le verre. Elle rappelle, avec plus de blancheur, la zone durcie qui tapisse les parois de certaines poches.

On a rapporté plus haut l'opinion que ce durissement serait dû à des eaux qui, après avoir traversé la craie phosphatée, auraient déterminé une cristallisation dans la craie. Mais pourquoi la craie serait-elle durcie en un endroit plutôt qu'en un autre ? Pourquoi les fragments de craie blanche du pseudo-conglomérat ne sont-ils pas durcis et sont-ils cependant phosphatés ($P^2O^5 = 21\ \%$) [1] tandis que la craie dure ne l'est pas du tout (P^2O^5 traces) ? Remarquons que cette craie dure ne ressemble pas aux nodules durs de craie phosphatée qui constituent le véritable conglomérat.

A 50^m environ de l'extrémité du chantier Flour, se trouve une petite carrière exploitée par M. Loesch. Lorsque je l'ai vue, elle consistait presqu'uniquement en une poche dans laquelle on tirait du sable phosphaté.

Les parois de la poche étaient formées par de la craie blanche, tendre, tapissée de trois millimètres à peine d'argile noire.

---

(1) En raison des perforations sans nombre de cette couche il est possible que les parties analysées fussent mélangées de sable phosphaté.

La couche de craie phosphatée **d** est actuellement exploitée sur une longueur de 100m du S.-E. au N.-O. Elle est séparée en deux bancs par une petite couche plus argileuse. Vers l'extrémité N. de la carrière, elle perd rapidement de sa richesse en phosphate; les grains de phosphate de chaux diminuent en nombre, en même temps que de petits nodules se disséminent dans toutes l'épaisseur de la couche. Il y a passage insensible, mais rapide, entre la craie exploitable et celle qui ne l'est pas. Tandis que dans la partie exploitée le banc de craie phosphaté à 1m au-dessus du conglomérat contient encore plus de 30 % de phosphate de chaux ($P^2O^5 = 14$ %), à une distance de 4m le même banc, non exploité cette fois, ne renferme plus que 13 % de phosphate ($P^2O^5 = 6{,}20$ %).

Le conglomérat **c** est formé de petits nodules de craie phosphatée dure, arrondis et vernissés à la surface, enveloppés dans de la craie phosphatée sableuse.

La couche **b** a aussi l'apparence d'un conglomérat, mais quand on l'étudie avec soin, on remarque qu'elle est formée de fragments irréguliers de craie blanche entourés de craie phosphatée sableuse, très riche, qui est aussi abondante sinon plus que la craie blanche. On doit la considérer comme de la craie blanche criblée de perforations si étendues et si abondantes qu'il ne reste plus que des morceaux isolés de la roche primitive [1].

Les morceaux de craie blanche qui sont à la partie supérieure de la couche sont couverts du vernis brun. La couche **b** constituait donc la surface de la craie blanche avant les perforations qui l'ont en grande partie fait disparaître. Le vernis brun n'est pas absolument limité à la surface supérieure des morceaux de craie blanche; il descend souvent sur les autres surfaces des morceaux de craie blanche, mais il y est moins épais.

---

(1) Loc. cit., p. 154, fig. 2.

La craie blanche inférieure **a** présente aussi des perforations très nombreuses, qui vont en diminuant avec la profondeur. Elle n'est pas nettement séparée de la couche **b**, mais tandis que dans la couche **b** les morceaux de craie blanche sont complètement isolés, dans la couche **a**, il y a simplement engrenage très ramifié de la craie blanche et de la craie phosphatée.

Dans un point de la carrière, la partie supérieure de la craie blanche sous le pseudo-conglomérat crayeux, présente une petite zone de craie très dure, rayant le verre. Elle rappelle, avec plus de blancheur, la zone durcie qui tapisse les parois de certaines poches.

On a rapporté plus haut l'opinion que ce durissement serait dû à des eaux qui, après avoir traversé la craie phosphatée, auraient déterminé une cristallisation dans la craie. Mais pourquoi la craie serait-elle durcie en un endroit plutôt qu'en un autre ? Pourquoi les fragments de craie blanche du pseudo-conglomérat ne sont-ils pas durcis et sont-ils cependant phosphatés (P^2O^5 = 21 %) [1] tandis que la craie dure ne l'est pas du tout (P^2O^5 traces) ? Remarquons que cette craie dure ne ressemble pas aux nodules durs de craie phosphatée qui constituent le véritable conglomérat.

A 50^m environ de l'extrémité du chantier Flour, se trouve une petite carrière exploitée par M. Loesch. Lorsque je l'ai vue, elle consistait presqu'uniquement en une poche dans laquelle on tirait du sable phosphaté.

Les parois de la poche étaient formées par de la craie blanche, tendre, tapissée de trois millimètres à peine d'argile noire.

---

(1) En raison des perforations sans nombre de cette couche il est possible que les parties analysées fussent mélangées de sable phosphaté.

Sur la craie blanche, il y a 0m75 de conglomérat formé de nodules arrondis en calcaire phosphaté dur, dont la teneur est en moyenne 23 à 24 °/o d'acide phosphorique. Ces nodules atteignent une grosseur assez considérable ; beaucoup sont du volume du poing. Leur intérieur présente presque toujours une foule de petites perforations vermiculées, qui sont vides ou remplies de sable phosphaté.

Outre ces nodules d'apparence assez homogène, le conglomérat contient des blocs plus volumineux de calcaire dont la richesse en phosphate de chaux atteint 59 °/o (P^2O^5 = 27, 16 °/o) : Leur structure est bréchoïde ; ils contiennent eux-mêmes des nodules roulés et perforés analogues à ceux du conglomérat, mais de plus petite taille. Ce sont évidemment des fragments arrachés à une couche dure aujourd'hui détruite comme celle d'Étaves. Il y a là aussi une série de phénomènes dont le caractère littoral est indéniable.

Ainsi la brèche est une formation intermédiaire entre celle du calcaire dur à perforations vermiculées, dont elle contient des nodules roulés, et celle du conglomérat, où elle se trouve en fragments remaniés.

Quelques fragments à structure vermiculée affectent la forme d'une croûte irrégulière, légèrement courbe, dont la surface convexe, vernissée et criblée de perforations cylindriques offre l'aspect des rochers qui émergent à marée basse, tandis que la surface concave, très inégale semble avoir été violemment arrachée d'un banc crayeux, auquel elle adhérait et dont elle a emporté des fragments.

Sur le conglomérat, il y a dans la carrière Loesch un banc de 1m d'épaisseur de craie peu phosphatée (P^2O^5 = 8.80) qui contient des nodules de calcaire dur dont quelques-uns sont du phosphate de chaux presque pur (87 °/o ; P^2O^5 = 40 °/o).

Gîtes du Ponthieu. — Le phosphate de chaux du Ponthieu a été reconnu au sommet d'un petit plateau qui s'étend du N. au S. depuis l'église de Marcheville jusqu'à 1 kil. de Domvast. Les deux extrémités sont seules exploitées et jusqu'à présent (1) on n'en retire que le sable phosphaté.

A Marcheville, dans le chantier Lheureux, les poches sont peu profondes, la craie phosphatée manque, le sable est directement sur la craie blanche dont il est séparé par une petite couche argileuse de 0^m20.

A la base de ce sable phosphaté, il y a un conglomérat argileux rempli de nodules de phosphate de chaux et souvent coloré en noir par de la matière charbonneuse. Il a 40 à 50 centimètres d'épaisseur.

Au-dessus vient du beau sable phosphaté constituant une zone irrégulière de 1 à 1^m50 d'épaisseur ; puis une nouvelle couche de sable rempli de petit nodules (0^m50). Le tout est surmonté de 1^m50 à 2^m de limon avec quelques gros silex.

L'exploitation Cuch située contre la Chaussée Brunehaut au N. de Domvast présente des poches profondes analogues à celles de Doullens, qui traversent de la craie phosphatée et en-dessous de la craie blanche..

La couche inférieure de la craie phosphatée contient beaucoup de petits nodules de calcaire phosphaté. Entre elle et la craie blanche, on voit une très mince couche de sable phosphaté avec nodules. Il semble que ce soit le résidu d'une dissolution de la craie phosphatée par les eaux souterraines, qui se trouvent arrêtées à la surface de la craie blanche moins perméable que la craie grise.

Ce phénomène est dans une position opposée, de même nature que celui que j'ai mentionné à propos des sables phosphatés d'Etaves. Les eaux d'imbibition ont une action

(1) Mai 1896.

oxydante et dissolvante plus puissante au toit et au mur d'une roche perméable que dans son intérieur.

La craie phosphatée de Domvast a 2 mètres d'épaisseur, Elle est recouverte par du limon qui contient quelques petits silex à surface blanchie.

On y trouve au centre des poches un peu de sable tertiaire. Ce fait est en rapport avec la géologie de la région, où les couches tertiaires sont beaucoup plus développées que la carte géologique ne porterait à le croire.

EXPLICATION DES PLANCHES

Pl. I. — Fragments du récif crayeux à *Diblasus arborescens* d'Hem Monacu.

Pl. II. — Partie supérieure de la craie blanche durcie, vue de profil.

M. Craie blanche durcie.

N. Brèche.

O. Surface avec enduit brun.

A. Partie supérieure d'un tube de perforation rempli par la brèche; plus bas, ce tube est rempli de sable phosphaté.

B. Base du même tube se ramifiant ensuite dans l'intérieur de la craie blanche (Voir Pl. III).

a. Autre tube de perforation aboutissant à la brèche.

b. Troisième tube de perforation dont on peut suivre sur le côté l'arrivée à la surface.

c. Tube de perforation vu en coupe.

Pl. III. — Même échantillon vu de dessous.

B. Base du tube de perforation (voir Pl. II) qui se dirige ensuite horizontalement et se ramifie d'une manière irrégulière.

Note sur les **Polypiers d'Hem-Monacu**

par **H. Parent**

Pl. I, A et B.

Diblasus arborescens, *nov. sp.*

Polypier composé, rameux, à bourgeons disposés irrégulièrement ; calices réunis par un cœnenchyme abondant, compact, à surface ornée de côtes assez fortes, rayonnantes. Ce polypier est épais à la base et les branches qui se forment plus haut sont souvent réunies par un cœnenchyme encroûtant ; ces branches qui peuvent atteindre une longueur notable portent de nombreux bourgeons qui le plus souvent restent courts.

Les cloisons sont nombreuses, alternativement grandes et petites ; elles se dirigent directement de la paroi interne de la muraille vers le centre du calice, mais là elles se tordent, se réunissent en une masse feuilletée, formant ainsi une fausse columelle ; ce sont les grosses cloisons qui concourent à donner cette apparence de columelle.

Les cloisons sont granulées, non débordantes, un peu plus minces vers le bord externe.

La muraille est épaisse et le cœnenchyme est soudé directement à la muraille.

Les calices sont circulaires ou subcirculaires, un peu inégaux.

Les côtes sont nombreuses, simples, irrégulières, parfois disposées en faisceaux ; elles sont interrompues dans leur trajet et prennent alors une forme contournée.

La multiplication se fait par bourgeonnement, irrégulièrement ; les bourgeons se développent sur les parois externes de la muraille ; le bourgeonnement est toujours latéral.

D'après les caractères que nous venons de donner ce polypier peut être rangé dans la division des *Polyastrées*

apores, de M. de Fromentel (1), famille des *Oculiniens* (caractères principaux de ce groupe : multiplication par bourgeonnement ; gemmation latérale ; calices disposés irrégulièrement ; cœnenchyme soudé à la muraille ; polypier rameux).

Les Oculiniens crétacés sont peu communs ; on en cite 3 genres : *Synhelia*, *Prohelia* et *Baryhelia* (2).

Le polypier que nous étudions paraît, au premier abord, voisin du genre *Synhelia* (3), mais il ne possède pas de columelle ; ce caractère très important nous conduit à le rapprocher du genre *Astrohelia*, connu seulement dans le Tertiaire.

M. Lonsdale a décrit dans : « Dixon, Geology and foss. of the tert. and. cret. form. of Sussex » sous le nom de *Diblasus* (4) un fossile du crétacé supérieur de Douvres, qui a beaucoup d'analogie avec le nôtre.

M. Milne-Edwards (5) considère Diblasus comme très voisin de Synhelia et le réunit à ce dernier ; cependant M. Duncan trouve avec raison que la structure de la columelle éloigne le genre Synhelia du genre Diblasus (6).

L'espèce décrite par M. Lonsdale et par M. Duncan porte le nom de *Diblasus Gravensis* ; c'est un polypier possédant les caractères donnés plus haut, mais très irrégulier, encroûtant, massif, dont les bourgeons ne s'élèvent pas en branches comme dans le Diblasus que nous décrivons ; c'est le principal caractère qui différencie nettement ces deux espèces.

Diblasus arborescens forme de véritables récifs dans la craie à *Belemnites quadratus* d'Hem-Monacu.

---

(1) De Fromentel : Paléontologie française, terr. crét zoophytes, page 135.

(2) De Fromentel, op. cit., p. 487.

(3) Voir : Milne-Edwards : Hre natle des coralliaires, tom. 2, p. 113. Voir : De Fromentel : op. cit., p. 488.

(4) Voir aussi : Duncan, British fossil corals, pl. 2, fig. 1 à 11.

(5) Milne-Edwards, op. cit., p. 115.

(6) Voir la fig. de la page 15 de : Monograph of the british foss. corals, 2e série, partie II, no 1, de Duncan.

Légende de la feuille de Saint-Nazaire

(N° 104 de la carte géologique de France au 1/80.000)

par Charles Barrois

INTRODUCTION

La feuille de Saint-Nazaire appartient au Plateau Méridional de la Bretagne. Elle comprend la terminaison des longues bandes schisto-cristallines orientées à 100°, qui constituent cette région naturelle, et présente deux lignes de faîte, à structure anticlinale, celle de Nozay au N., et celle de la Chapelle-sur-Erdre au S. — Au S.-O., le Sillon de Bretagne correspond à la ligne de partage des eaux de la Vilaine et de la Loire, et forme la limite de deux régions distinctes par leur climat et leurs productions naturelles, la Bretagne et la Vendée.

DESCRIPTION SOMMAIRE DES ÉTAGES SÉDIMENTAIRES

(A) *Dunes :* Une petite dune se forme, en ceinture, dans toutes les anses de la Loire, lorsque la hauteur de l'alluvion a dépassé le niveau moyen de la mer.

(a^2) *Alluvions modernes :* Argile vaseuse grise, d'apparence homogène, mais visiblement stratifiée et présentant vers l'embouchure de la Loire, une succession de petits lits horizontaux de sable, d'argile, de débris végétaux, épais de 0^m003 et assez réguliers parfois pour avoir fourni les données du chronomètre préhistorique de St-Nazaire. A 6^m de profondeur, dans cet estuaire, soit 1^m50 au-dessous du niveau de la basse-mer, M. Kerviler a reconnu la présence dans un lit de sable, de poteries gallo-romaines

Gavre : il nous a été impossible de distinguer ces couches du pliocène, en raison de l'état insuffisant de leurs affleurements.

(m,) *Meulières avec Chara* de Saffré, recouvrant des calcaires lacustres à *Limnœa cornea*, superposés à des calcaires fluvio-marins à *Potamides Lamarki* : cette série correspond au calcaire du Beauce, mieux représenté ici que dans le bassin de Rennes (10m).

(m,,) *Calcaire grossier de Rennes à Archiacina armorica, Cerithium plicatum, C. trochleare*, reposant sur des argiles vertes ou jaunes sans fossiles. La superposition directe à Saffré du Miocène inférieur sur le Calcaire grossier supérieur, semble indiquer l'émersion de la contrée pendant les époques correspondant à la formation des Sables de Beauchamp et de l'Eocene supérieur. Par sa faune et sa distribution géographique, le Miocène inférieur témoigne en Bretagne d'une parfaite indépendance (16m).

(e,) *Sables et calcaires de Cambon :* le calcaire grossier supérieur est représenté par des dépôts assez variés. Les assises inférieures sont sableuses et remarquables par l'abondance et le bel état de conservation des fossiles marins qu'elles renferment. Les couches supérieures indiquant un retrait progressif des eaux de la mer, sont à l'état de marnes et calcaires saumâtres qui se terminent par un banc lacustre. On distingue de haut en bas les 4 divisions suivantes : 1° Marne et calcaire lacustres et saumâtres à *Bithinia crassilabris, Cerithium cristatum,* exploité à Pancaud pour ciment hydraulique, 2° Calcaire à *Cerithium parisiense*, 3° Sables coquilliers de la Close à *Lithocardium Tournoueri,* grès à végétaux du Bois Gouet et cherts de Grémil, à radiolaires et spicules d'éponges, 4° Sables quarzeux coquilliers du Bois Gouet à *Cerithium angulatum, C. Cailliaudi*, et grès calcarifères à *Ostrea mutabilis* de Cambon.

Ce gisement de Bois Gouet contient la faune la plus remarquable du bassin par sa beauté et sa variété. Tandis que le Calcaire grossier supérieur repose sur le Calcaire grossier inférieur dans le bassin de Cambon, il repose directement sur les terrains anciens dans le bassin de Saffré, où les couches tertiaires inférieures ne se sont pas déposées. Nous rangeons ici, d'après M. Vasseur, les argiles jaunâtres avec grès lustrés noduleux de Nort, dont les bancs souvent démantelés, présentent une si grande extension de Nort à la Forêt de Saffré ; et aussi les sables à têtes-de-chat qui se trouvent sous les sables (a^{1a}) du Sillon de Bretagne (18^m).

($e_{,,}$) *Le calcaire d'Arton* constitue le membre inférieur du terrain tertiaire sur la feuille, reposant directement sur les terrains cristallins dont il contient souvent des débris remaniés. On y distingue de haut en bas les trois divisions suivantes : 1° Calcaire à *foraminifères* de Saint-Gildas à *Milioles, Orbitolites complanata ;* 2° Calcaire grossier à Echinides et à grands Cerites ; 3° grès calcarifère à *Nummulites* et *Ostrea flabellula.* On rencontre de nombreux blocs de cette dernière zône, disséminés dans la Grande-Brière, entre Saint-Lyphard et Crossac.

(h_{IVa}) *Schistes, grès et poudingues de Mouzeil,* avec veines de houille. La mine de Languin a donné lieu à l'exploitation de trois veines irrégulières, en chapelet, très rapprochées, incl. N. = 80°. Cette formation repose en stratification transgressive sur les terrains primitifs ; elle constitue la terminaison occidentale du bassin de Mouzeil et est limitée au sud par une faille oblique aux couches, disposée de telle sorte que le bassin de Languin ne contienne plus que les veines du nord de la concession de Mouzeil. Dans ce bassin de la Loire-inférieure, la houille devient de plus en plus grasse dans les mêmes veines, à mesure qu'on avance de E. à O.; comme aussi à mesure

qu'on passe d'une veine à l'autre, en marchant du sud vers le nord.

(h_{ivb}) *Les schistes et poudingues d'Ingrandes* présentent des affleurements problématiques à l'Est de Blain.

(S^1) *Schistes et grès d'Abbaretz* (S^1 — *Schistes,* G — *Grès,* Ph — *Phtanites*) : Schistes fins, lustrés, généralement pâles, blanchâtre, vert-rosé, dessinant sur la feuille trois bandes allongées, parallèles, 1° Guéméné-Penfao à Nozay, 2° Rieux à Vay, 3° Théhillac à Nort. Les schistes très altérés superficiellement ne se montrent qu'exceptionnellement à l'affleurement, qui est plutôt jalonné par les bancs interstratifiés de grès (G), de phtanites (Ph.) et d'ampélites, que contient cet étage. Ils présentent des caractères lithologiques distincts dans la première bande et dans les suivantes.

Dans la bande de Nozay, schistes argileux verdâtres, phtanites pâles, grès tendres psammitiques blancs ou rouges, marbrés de tons violacés dûs à l'altération du fer toujours disséminé dans ces grès (hématite rouge, fer oxydulé) : ces grès se divisent facilement en dalles et sont recherchés pour les constructions : M. Bureau y a rencontré sur la feuille voisine des fossiles caractéristiques de la faune ordovicienne (Grès de la forêt d'Ancenis).

Dans les deux autres bandes, ces grès sont représentés par des quarzites durs, gris-bleuâtre, parfois à gros grains, imprégnés de veinules de quarz, utilisables pour l'entretien des routes et d'épaisseur beaucoup moindre ; ils forment dans les landes des crêtes isolées, déchiquetées, pittoresques (Rochers de Cragou, Roche de la Vache). Les phtanites, noir, bleu-clair, blanchissant par altération, et parfois associés à des schistes ampéliteux, forment des lits interstratifiés dans le schiste argileux, et supérieurs aux grès précédents. Les plissements si complexes que présentent ces bancs de phtanite dans les carrières, où on peut les observer, permettent d'attribuer à des répétitions

d'un petit nombre de couches les nombreuses veines parallèles distinguées sur la carte. Les bancs de phtanite sont minces, variant de quelques centimètres à un maximum de 20^{m} d'épaisseur, souvent fendillés et exploités pour les routes ; parfois ils fournissent des dalles de 1^{mc} $\times$ 0,03 recherchées pour les constructions (Le Grippé en Théhillac). La roche est remarquable par l'absence de grains de quarz clastique et d'autres débris terrigènes, étant formée essentiellement de précipités organiques et chimiques. Elle contient environ 70 % de silice à divers états et 10 % de carbone, provenant également des dépouilles d'êtres organisés contemporains ; radiolaires à test d'opale, graptolites à polypiers chitineux. On reconnaît parfois des sections de radiolaires dans les lames minces. Les gisements de la feuille nous ont fourni *Monograptus lobiferus, M. spiralis, Diplograptus sp., Climacograptus normalis, Cephalograptus folium, Rastrites peregrinus, R. Linnœi,* faune caractéristique du Llandovery et plus ancienne par conséquent que celle des calcaires ampéliteux à *C. interrupta* (Wenlock).

(S^{1}) *Schistes rouges de St-Perreux :* De St-Nicolas-de-Redon à Abbaretz, affleurent des schistes vert-rosé ou rouges, oligistifères, où le fer s'isole souvent sous forme de limonite dans les fentes des parties altérées : ils sont particulièrement bien exposés dans les tranchées du chemin de fer S. de St-Nicolas et S. de Nozay, où ils alternent avec des schistes homogènes vert-bleuâtre, identiques à ceux qui sont exploités au N. de Redon pour la falsification des phosphates de chaux. La position stratigraphique de ces schistes, au-dessus des schistes d'Angers, et la présence des bancs noir-bleuâtre subardoisiers, qu'on y rencontre parfois (Nozay, Guenouvry), tendent à les faire considérer comme représentant dans ce bassin, les schistes à *Trinucleus* des bandes septentrionales.

(S^2) *Schistes d'Angers*, forment deux bandes ardoisières distinctes, celle de Nozay et celle de Guenrouet. La première perd autour de Nozay ses caractères ardoisiers, fournissant une roche massive (pierre verte), non fissile, que l'on peut scier en tous sens et même creuser à l'usage d'auges. La seconde bande perd de même ses caractères habituels à l'est de St-Gildas, où les schistes noirs ardoisiers de Severac passent graduellement à des schistes argileux verts, en dalles, à des schistes rouges, puis à des schistes fins, bariolés, finement injectés de filonnets quarzeux vers Guenrouet; au-delà de ce point, leurs caractères lithologiques ne permettent plus de les distinguer des schistes des étages plus élevés.

(S^1) *Le grès armoricain*, présente des caractères différents dans les 3 bandes qui traversent la feuille. 1° La bande de Nozay, très mince, formée de schistes avec lits alternants de quarzite dur, de grès à gros grains avec Bilobites (Grand-Jouan), et renfermant au Tertre un lit de quarzite micacé grenatifère que l'on retrouve au même niveau au S. d'Angers. 2° La bande de Béganne à Guenrouet formée d'épais grès roses, psammitiques, rappelant ceux de Redon, et renfermant des bancs très ferrugineux, à fer oxydulé octaédrique souvent altéré et transformé en limonite. Les caractères de cette bande changent brusquement au-delà de Guenrouet, où affleurent des quarzites blancs séricitiques (Gué-aux-biches), et des grès très durs, à silice recristallisée (Grâce). 3° La bande de la Rabatelais formée de quarzites gris-bleuâtre, veinés de quarz, fournit des matériaux recherchés pour les routes du département tout entier. La présence entre cette bande et la précédente, des schistes amphiboliques de Blain, comme aussi les particularités de leurs caractères lithologiques, empêchent d'y reconnaître la continuité d'une même zône, comme on serait porté à le croire, dès d'abord. L'extrême rapproche-

ment horizontal de ces deux bandes siluriennes, isolées par une crête de terrains schisto-cristallins, prouve à la fois qu'une faille d'étirement, orientée suivant leur allongement les sépare, et que la mer armoricaine s'est étendue en stratification transgressive sur les formations anciennes du sud de la Bretagne.

(x^a) *Les schistes et arkoses de Bains*, constituent au N. E. de la feuille un massif de schistes argileux gris-verdâtre, pâles, parfois colorés en rouge, par des processus d'oxydation ; on y trouve interstratifiées des couches minces de schiste sombre, des grauwackes gris-verdâtre, des poudingues à galets de quarz et de grès vert, et particulièrement des lits d'une arkose blanche, feuilletée, caractéristique. Ces arkoses sont remarquables par le développement d'épaisses membranes séricitiques qui enlacent de gros grains de quarz subarrondis, auxquels sont associés des grains de feldspath décomposé et des débris de mica noir.

La bande de St-Dolay au N. O. de la feuille (x) diffère de la précédente par ses caractères lithologiques et probablement par son âge, plus ancien : elle est formée essentiellement de schistes très fins, soyeux, séricitiques, gris-bleuâtre, présentant par altération des teintes vives bariolées. La présence de quelques lits de phtanite, et l'absence des lits d'arkose fournissent encore des traits distinctifs pour cette bande qui revet graduellement ainsi les caractères primitifs du ζ^2.

TERRAINS ÉRUPTIFS ET MÉTAMORPHIQUES

(π) *Porphyre petrosiliceux* constitue deux filons puissants, l'un au N. de Saint-Gildas sur l'Isac, l'autre à Rieux, où il détermine dans la Vilaine le seuil de Bellion : ils sont activement exploités pour l'entretien des routes locales. Ce porphyre présente les éléments suivants : I. mica noir,

orthose microperthitique, quarz pyramidé à golfes de pâte, II. concrétions autour du quarz, et sphérolites de matière pétrosiliceuse imprégnée de quarz globulaire, sphérolites à croix-noire, parfois magma pétrosiliceux fluidal.

($G\gamma^a$) *Quarzites de Fégréac séricitiques, parfois feldspathiques*, de couleur blanche ou vert-clair, dûe à la séricite. On y reconnaît de nombreux gros grains de quarz, arrondis ou bipyramidés, des grains de feldspath triclinique rares, cimentés par des membranes continues de séricite. Le fer est généralement à l'état de fer oxydulé. Le gisement de ces quarzites, passant parfois à des porphyres (Puceul), et à des porphyroïdes schisteuses (γ^a), est lié d'une façon si intime à celui des schistes séricitiques de Nort ($S^4\gamma^a$), qu'on ne saurait leur refuser une origine métamorphique commune. On est ainsi porté à y voir des représentants métamorphisés des bancs de grès siluriens (S_4G.).

($S^4\gamma^a$) *Schistes séricitiques de Nort*, cristallifères, blancs ou verts, parfois rouge-violacé, soyeux, lustrés, ou chloriteux, présentant parfois grenat, mica noir, amphibole bleue sodifère et albite. Ils sont souvent enrichis en silice, en amandes parallèles serrées entre leurs feuillets, avec albite et chlorite. Il est difficile de reconnaître et de distinguer dans cette bande, continue de Rieux à Nort, les caractères habituels du silurien breton ; les caractères lithologiques de ces roches séricitiques à albite, les feraient plutôt rapporter à l'étage des schistes à minéraux (ζ^2), si quelques bancs caractéristiques de quarzite et de phtanite ne venaient élucider la stratigraphie. La ressemblance lithologique de ces massifs schisto-cristallins avec les formations primitives (ζ^2) est assez grande, pour que leur identité ait été admise jusqu'ici, par la plupart des auteurs.

($S^1\gamma^a$) *Quarzite du Gué-aux-Biches :* Quarzite blanc feuilleté, séricitique, rappelant dans les carrières du Chat-Troussé,

de la Gouarais, du bois de Restin, les quarzites (G. ζ^2) de Guérande ; à la côte 32, au S. du Gué-aux-Biches, ils ont conservé les caractères du grès rose de St-Gildas ; le fer y a cristallisé à l'état d'oligiste, autour du moulin Perni, où il a été exploité.

(ν) *La porphyrite* andésitique ($\nu_{,,,}$) ne forme que de rares venues de roches très altérées (Fégréac). A. la Rouillarderie, en Saint-Nazaire, affleure un filon de *porphyrite micacée*

(γ^1) *La granulite* forme 3 venues parallèles dirigées à 100°. La première dessine à O. de Nozay, une ellipse allongée, où la roche présente les caractères de la granulite du massif d'Allaire (Morbihan) ; la seconde située à O. de St-Dolay offre la continuation des granulites à grains plus fins de Plumergat ; la dernière, dirigée d'Herbignac à la Chapelle-sur-Erdre comprend d'importants massifs de roches grenues, identiques à celles du massif de Belz, elle est légèrement laminée sur son flanc nord ($\gamma\,\zeta^2$). Les granulites grenues de la feuille, bien qu'elles ne soient représentées à la surface que par un chapelet de culots et de boutonnières, permettent cependant de reconnaître avec leurs caractères individuels les longs affleurements visibles à l'ouest, dans les contrées plus profondément dénudées du Morbihan, et que l'on suit à l'est, sous forme de massifs distincts jusqu'à Angers, aux confins du bassin parisien. La continuité souterraine de ces ellipses alignées est ainsi mise en évidence.

En outre de ces 3 zônes principales, la granulite, généralement à l'état d'aplite ou de pegmatite, forme encore de nombreuses lentilles et filons, trop minces pour être distingués sur la carte, dans les massifs de micaschistes et gneiss granulitiques. Elles correspondent à plusieurs venues successives, comme l'attestent à la fois l'intersection de certains filons et la postériorité de quelques-uns d entre

eux au métamorphisme de diverses roches granulitiques (gneiss, pyroxénites). Les pegmatites formées d'orthose et de quarz sont modifiées en traversant les serpentines (Barel) et les pyroxénites (Roiloup) : dans le premier cas, il se développe albite, actinote ; dans le second, sphène, oligoclase, pyroxène. Des aplites, en filons dans les granulites du S. de la feuille, ont fourni avec les éléments habituels à ces roches, albite, grenat, apatite et tourmaline.

($\gamma^1\zeta^2$) *La granulite feuilletée* présente de nombreuses variétés de roches feuilletées, pauvres en minéraux accessoires, ayant pour caractères communs une structure gneissique, glanduleuse, rubanée, une grande richesse en mica blanc ou noir et en feldspaths fragmentés, avec quarz granulitique en grains étirés, en gouttelettes, en nappes. Une variété dure, rubanée, cornée, employée pour l'entretien des routes passe au Halleflint. La disposition rubanée, fibreuse, propre à ces roches est dûe à un développement secondaire de mica en minces membranes continues.

Cette formation dessine sur la feuille, de la Roche-Bernard à St-Etienne-de-Montluc, suivant le Sillon de Bretagne, une large bande continue, parallèle à la zône des gneiss anciens (ζ) de l'axe anticlinal des Cornouailles. L'aspect brêchoïde de ces roches, en lames minces, le développement des minéraux secondaires, la direction oblique de leur gisement par rapport à celui des granulites grenues précitées, d'âge carbonifère, semblent indiquer qu'il y a lieu de les rattacher à des venues granulitiques plus anciennes, ayant subi comme les terrains primitifs encaissants, les déformations mécaniques de l'époque carbonifère.

($S^1\gamma^1$) *Schistes et grès tourmalinifères de la Forêt d'Ancenis :* Autour du massif granitique de Nozay, les roches présentent des variations étendues, les schistes se chargent de biotite,

muscovite, tourmaline, grenat ; les grès se transforment en quarzites aimantifères ou en quarzites à tourmalines et zircons. Ces grès tourmalinifères apportent un document précis à la théorie du métamorphisme de contact, en montrant comment un minéral, développé grâce aux émanations du massif granulitique voisin, est venu émigrer dans des couches sédimentaires, et pénétrer feuillet-par-feuillet les grès encaissants. Ces cristaux forment parfois jusqu'au quart du volume du grès, où ils sont disposés en aiguilles de 0,005 enchevêtrées suivant les plans de stratification, en lits continus, alternant régulièrement avec de minces nappes quarzeuses.

($S^2\gamma^1$) *Schistes maclifères de Nozay*, très sensibles à l'action de la granulite, perdent leur structure feuilletée, et acquièrent jusqu'à 3 kil. du contact une texture massive qui permet de les scier et de les tailler en divers sens (pierre verte) ; en approchant du contact, le mica noir et surtout la chiastolithe se développent dans la roche (Marsac). Les cristaux de chiastolithe souvent épigénisés en damourite, atteignent 0,10 de longueur et présentent des déformations mécaniques remarquables, postérieures à leur cristallisation : ils sont étirés en fuseau, tordus, tronçonnés, comme les célèbres belemnites des régions alpines.

($\zeta^2\gamma^1$) *Micaschistes et gneiss granulitiques de Nivillac*, très riches en biotite, avec orthose, oligoclase, quarz et parfois sillimanite et grenat almandin, formant trois faisceaux principaux : l'un au N. de Nivillac sur la Vilaine, le second au midi de Pont-Château, et le dernier au S. de la granulite de Vigneux, vers Orvault. Ces roches se distinguent des roches moins granulitiques de même âge (ζ^2), parce qu'elles sont plus dures, rubanées, moins noduleuses fournissant de meilleurs moëllons pour la construction, et plus riches en mica blanc et feldspath de seconde

consolidation. Elles sont associées fréquemment à des masses et filons de granulite et d'aplite, et dans le massif de Nivillac à des granulites feuilletées $\gamma^1\zeta^2$.

($\zeta^2\gamma^1$) *Leptynites et gneiss granulitiques de Héric*, formant au centre de la feuille, de Pont-Château à Héric et à Casson, un faisceau de couches gneissiques, variées, riches en mica blanc. Lits alternants de granulite feuilletée, de schistes micacés et chloriteux feldspathisés, de gneiss et surtout de leptynites blanches, à grains fins, compactes, en bancs où en plaquettes, habituellement au voisinage des lits basiques. Ces couches paraissent passer latéralement, par alternances répétées, aux granulites feuilletées suivant le méridien de Pont-Château : il est difficile de tracer entre elles une limite exacte, en l'état des affleurements. Nous avons compris dans la même notation divers bancs de gneiss grenu, des environs de St-Nazaire.

TERRAINS CRISTALLOPHYLLIENS

(δ^1) *Des amphibolites* rubanées, gneissiques, forment des bancs interstratifiés dans les gneiss granulitiques du sud de la feuille (Donges, Casson); elles contiennent magnétite, apatite, amphibole sombre dichroïque, orthose, oligoclase, sphène, épidote, parfois prehnite. On y trouve des accidents basiques (Paimbœuf à Migron), avec pyroxène et labrador (pyroxénite), avec grenat (eklogite), principalement développés au contact des filonnets granulitiques qui traversent la roche normale riche en quarz et en amphibole.

Il faut distinguer de ces amphibolites, les schistes actinolitiques de Drefféac à Blain, roches vertes résistantes, recherchées comme moëllons pour les constructions locales et constituant des landes stériles à sol rouge. Leurs éléments constituants sont quarz, actinote, épidote, chlorite, exceptionnellement oligoclase, et dans de nombreuses fissures géodiques, albite et chlorite.

(δ^2) *Les pyroxénites* forment autour de St-Nazaire (L'Etang, Ville-ès-Martin) et à Corsept (Roiloup, la Grée), des gisements en bancs épais de quelques centimètres à plusieurs mètres, alternant avec cipolins, amphibolites et gneiss granulitiques. Roches gris-verdâtre à gris-jaunâtre, compactes, d'apparence homogène grenue, très tenaces, à éléments disposés suivant des plans parallèles et inégalement répartis suivant ces différents plans. Elles présentent diverses variétés minéralogiques et leur structure n'est pas plus constante ; leurs divers types sont observables dans les différentes parties d'un même gisement. L'élément essentiel est le pyroxène (diopside) qui existe toujours dans ces roches où il est antérieur aux autres éléments : il est en grains arrondis ou en cristaux prismatiques allongés, parfois en plages dendritiques, et aligné suivant des plans parallèles ; c'est lui qui donne à la roche sa structure feuilletée. Il est accompagné de magnétite, rutile, sphène, apatite, zircon, calcite, et parfois idocrase ou grenat. C'est la wernérite, seule ou associée à l'oligoclase, qui cimente les cristaux de pyroxène ; l'orthose accompagne souvent et remplace parfois l'oligoclase, le quarz moule également le pyroxène. L'amphibole peut exister dans ces roches, en quantités très variables, et lorsqu'elle devient abondante la roche passe à des amphibolites ; c'est un minéral ancien, indépendant du pyroxène, en plages étendues sans formes propres, très polychroïques. Enfin on trouve de nombreux minéraux secondaires, tel qu'actinote, en houppes ou petits cristaux disséminés, épidote, zoïsite, pyrite, chlorite, heulandite.

(φ) Les *Eklogites* en lits dans les gneiss granulitiques, forment 2 faisceaux principaux : l'un traverse la Vilaine au N. de Nivillac, l'autre peut se suivre de Cambon à Héric. Ce sont des roches très denses, très tenaces, souvent employées pour l'entretien des routes, notamment

les variétés à grains fins. Elles sont essentiellement constituées de grenats rouges disséminés dans un pyroxène sodique vert-clair (omphazite), en petites baguettes allongées, dépourvues de formes géométriques, orientées dans une même direction. Le pyroxène est souvent associé à une amphibole de caractères variés, smaragdite (Cambon), actinote (Nivillac), glaucophane (Bouvron), qui est presque toujours secondaire, et fournit des passages de ces roches à des amphibolites ; elle se présente tantôt en cristaux aciculaires ou en squelettes dentelés. Ces éklogites contiennent en outre comme minéraux subordonnés, rutile, ilménite, apatite ; des minéraux secondaires, épidote, zoïsite, sphène, albite et parfois au voisinage des filons quarzeux granulitiques, quarz, disthène, mica blanc.

(σ) *La serpentine* constitue deux importants massifs, celui de Sem en Donges, isolé parmi les gneiss et un autre, long de plus de 30 kil. de Quilly à Nort, formant une venue interstratifiée, continue sur la feuille voisine d'Ancenis. Roches compactes noirâtres, vert-foncé, à cassure conchoïdale, avec taches rouges ou blanchâtres, dont l'élément essentiel est l'antigorite à structure fibreuse, enchevêtrée ou parfois fenestrée. Les silicates magnésiens dont l'altération a donné naissance à l'antigorite ont disparu, un pyroxène est reconnaissable (notamment dans la seconde venue), à la structure fenestrée de l'antigorite ; elle est souvent traversée par des veines fibreuses de chrysotile plus biréfringente. Ces gisements sont remarquables par l'abondance des minéraux secondaires, magnétite et oligiste dans les fissures, géodes de limonite à la surface du sol, magnésite (St-Omer), trémolite et asbeste (Sem), silice déposée dans des géodes ou filons ramifiés, sous formes très variées et très belles, quarz, calcédoine, agate, cornaline, jaspe, opale.

(ζ^2) *Micaschistes (Gr — quarzites graphitiques, G — quarzites séricitiques, Ca — Calcaire cipolin, Co-Cornéenne)* : Des schistes micacés bleuâtres, des schistes chloriteux, et des micaschistes noduleux plus ou moins chargés de feldspath et passant au gneiss granulitique constituent sur la feuille trois faisceaux principaux.

Le premier traversant la Vilaine par Marzan, passe au S. de Blain et de Nort ; le second formé de couches à pendage nord, s'étend de Savenay à Carquefou ; le dernier appartenant au massif de Guérande est très développé autour de St-Nazaire. En raison du développement dans ce dernier massif, de quarzites, de phtanites et de cipolins, roches habituellement caractéristiques en Bretagne, d'étages plus récents que celui des micaschistes, il y a lieu de le considérer comme plus complet que les bandes voisines, et comme montrant des couches plus élevées dans la série, telles que celles de l'étage de St-Lô (ax), dont ζ^2 ne serait ici qu'un faciès spécial métamorphique, granulitique.

Les micaschistes, riches en quarz et biotite, avec lits chloriteux grenatifères, contiennènt de nombreux minéraux accessoires, notamment sillimanite en petites aiguilles brisées et ressoudées par du quarz, formant des masses fibreuses marbrées de taches violacées par l'interposition de lamelles de biotite ; le quarz et le feldspath sont très craquelés. La roche est parfois percée de filons minces de granulite, continus, mais le plus souvent interstratifiés, glanduleux, émettant sous forme de lentilles, entre les lits micaschisteux, les éléments propres au granite, diversement associés, ou surchargés de silice, qui s'isole parfois dans ces noyaux. C'est dans ces nodules et surtout à leur périphérie, que se trouve le gisement principal de tant de minéraux accessoires rencontrés dans ces couches : andalousite, en cristaux

roses ou pseudomorphisés en damourite. disthène. pseudomorphoses micacées de cordiérite. mispickel. mobybdénite, tourmaline. émeraude. apatite. grenat grossulaire rutile.

(Gr.) *Quarzites graphitiques*, noirs. charbonneux, parfois ferrugineux. très siliceux et recherchés pour les routes. ou tantôt meubles et pulvérulents, disposés en lits interstratifiés. épais de quelques centimètres à plusieurs mètres, groupés en un faisceau unique. Ce faisceau occupe une position stratigraphique constante. ses réapparitions répétées sont dûes à des plissements.

(G.) *Des quarzites séricitiques* blancs. en lits interstratifiés, formés de gros grains de quarz et de membranes de séricite sont limités dans cet étage au massif des gneiss granulitiques de St-Nazaire. Ils rappellent par leur composition les grès siluriens du Gué-aux-Biches ($S^1\gamma^a$) et ceux de Fégréac ($S^4\gamma^a$), au N. de la feuille.

(Ca) *Les cipolins* affleurent à la Paclais (Saint-Malo de Guersac) et à Ville-ès-Martin près Saint-Nazaire. en bancs interstratifiés dans les micaschistes granulitiques, et passant aux pyroxénites. Ils sont essentiellement formés de cristaux de calcite avec nombreuses macles polysynthétiques suivant b^1. et de lamelles de phlogopite disposées en lignes parallèles aux salbandes de la roche. Mais en se rapprochant des bords des bancs, à Ville-ès-Martin. la roche devient plus compacte et aux minéraux précédents s'en ajoutent d'autres. amphibole incolore. spinelle pléonaste. chondrodite (la Paclais). biotite ; plus près des salbandes. les proportions du mica et de la calcite diminuent. le pyroxène. le sphène. le feldspath orthose non maclé. le labrador. la wernerite se montrent dans la roche qui prend une compacité plus grande et passe graduellement aux pyroxénites δ^2. Mais les cipolins

présentent des aspects variables suivant les points où on les considère ; à la Paclais, ils sont plus grenus et les minéraux précédents sont réunis dans une roche qui a pu alimenter un four à chaux.

(Co) Cornéennes : Roches sombres, interstratifiées, très dures, recherchées pour les routes et composées essentiellement de gros grains de quarz et de fines lamelles cristallines de biotite, parfois avec grenat.

(ζ^1) *Gneiss,* formant d'Herbignac à Coueron une longue bande de roches compactes à gros grains serrés, donnant de bons moëllons. L'orthose souvent de couleur rose et l'oligoclase en sont la partie dominante ; le mica est généralement noir, en débris, en mouchetures, et sans orientation précise. La pyrite, la magnétite s'y rencontrent parfois assez abondamment. Des bancs massifs à grains fins alternent avec les précédents : ils sont traversés les uns et les autres par des filons de granulite à grains fins et de pegmatite.

(Q) *Le quarz* forme des filons remarquables. L'un d'eux dirigé à 140° a déterminé la formation du Sillon de Bretagne et bien que son épaisseur ne varie guère que de 1^m à 10^m, il est par sa longueur le plus important qui ait été tracé sur aucune carte géologique, présentant 190 kil. de long, de Chantenay-sur-Loire à Rosporden (Finistère). Un autre filon dirigé à 100° est reconnaissable de Bas-Tesdan sur la Vilaine, à la Hutte en Beaucouzé près Angers. Il est plus richement minéralisé que le précédent (cassitérite d'après M. Davy) et fut exploité dès l'époque romaine de Nozay à St-Mars-la-Jaille, où l'on a retrouvé des débris gaulois : il constitue la grande ligne des Mardelles gauloises de M. Kerviler. Un filon moins étendu, de 0.50 à 1.50 d'épaisseur, chargé de plomb sulfuré, a été exploité près de Crossac.

REMARQUES STRATIGRAPHIQUES.

Les alluvions de la Loire présentent à St-Nazaire une grande importance, tant en raison de leur masse, que des débris de diverses époques qui y ont été rencontrés et qui ont permis une évaluation de leur âge absolu. Les sondages exécutés dans ces alluvions ayant révélé que le fond rocheux de la Loire, sous les alluvions, était à St-Nazaire de — 27m sous le niveau des basses mers actuelles, à Nantes de — 25m, à Bourgneuf de — 20m, à Besné de — 18m, il semble qu'une oscillation du sol de la région ait dû se produire, depuis le creusement de la vallée, puisque le niveau de base du fleuve n'est plus le même. L'observation directe permet également de retracer les phases successives de la Grande-Brière et d'expliquer son mode de formation ; ce marais tourbeux occupe l'emplacement d'un ancien Morbihan, héritier lui-même d'un ancien lit de la Vilaine, creusé dans une vallée de dénudation éocène.

Les lambeaux tertiaires, si nombreux sur la feuille présentent une relation, constante pour chaque assise, entre sa distribution géographique et son altitude. Les témoins pliocènes p^2 n'ont été respectés par les érosions que suivant les lignes de faîte de la région ; par contre les débris du Miocène sont limités comme ceux de l'Eocène, aux vallées actuelles et à certaines parties de ces vallées. Les dépôts du Miocène moyen ont atteint la cote 100m, ceux du Miocène inférieur ont dépassé la cote 50m, et ceux de l'Eocène la cote 30m. Cette remarque apprend à la fois que les terrains tertiaires, soumis à des mouvements généraux d'oscillation, n'ont pas éprouvé de dérangement dans leurs relations de position, et que les reliefs de la contrée n'ont été modifiés depuis que par des agents atmosphériques.

Le sous-sol de la région est formé par des strates paléozoïques ; ces strates reposent à leur tour sur une voûte de

gneiss fondamental, dirigée d'Herbignac à Coueron, et dont le relèvement a déterminé la formation du Plateau Méridional de la Bretagne (Axe des Cornouailles). De part et d'autre de ce pli anticlinal et reposant sur ses flancs, les strates paléozoïques redressés, oscillant autour de la verticale, se montrent ridés en ondes synclinales et anticlinales subordonnées, subparallèles, et disposées comme suit du N. au S. :

1. Synclinal de Nozay au Houx et St-Maurille,
2. Synclinal de Rieux à Vioreau et Bouchemaine,
3. Synclinal de Béganne à Teillé,
4. Synclinal de la Forêt de Groulais à Ancenis,
5. Synclinal de Nantes au Bocage Vendéen,
6. Synclinal de Grandlieu à Chantonnay (feuille de Nantes).

Ces ondes synclinales comparées entre elles, offrent une remarquable uniformité dans la dissymétrie de leurs bords, où des termes correspondants diffèrent à la fois par leur composition et leur épaisseur. Mais ces différences se montrent uniformément en relation avec les *déformations mécaniques subies*, avec des *transformations métamorphiques inégales*, et avec les *conditions initiales des faciès.*

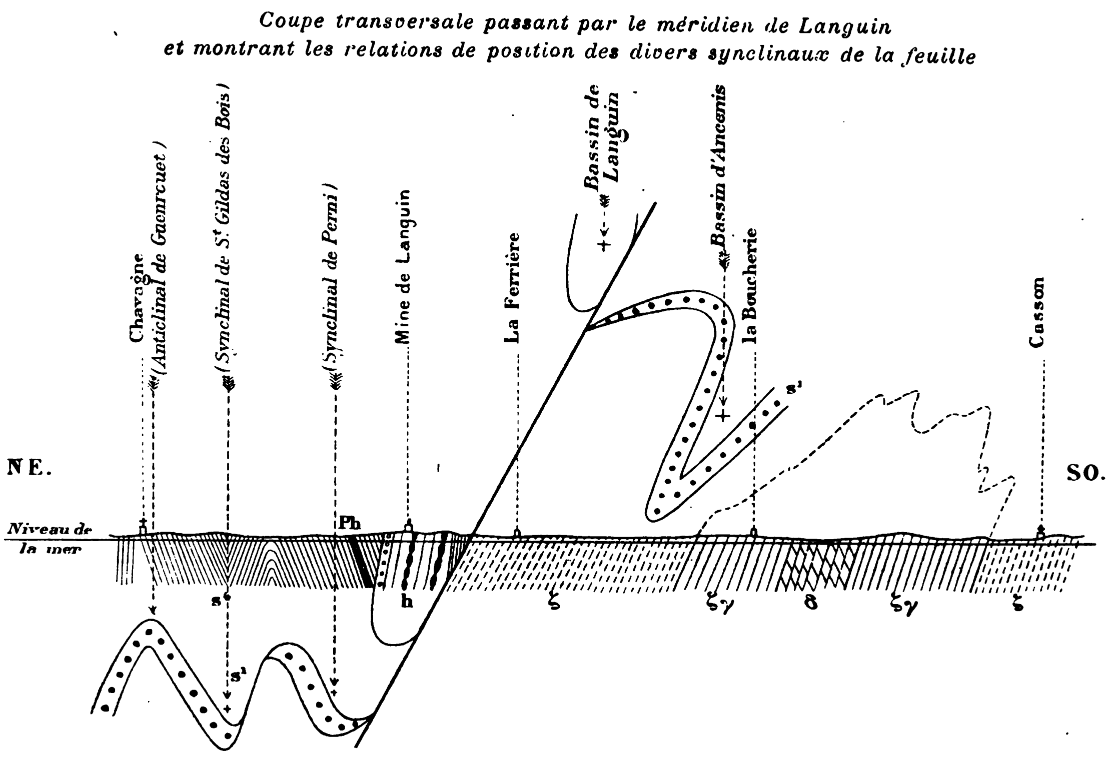
Les divers représentants des terrains paléozoïques revêtent en effet dans cette portion littorale de la Bretagne des *faciès spéciaux* variables, pauvres en fossiles, assez rapprochés par la prédominance des sédiments ferrugineux. Ce qui caractérise le rivage silurien du midi de la Bretagne, ce n'est pas l'accumulation de galets, de poudingues, mais bien l'existence de boues rouges, formées aux dépens d'épanchements paléovolcaniques. Les synclinaux de Nozay, de Rieux, sont remplis de couches siluriennes rouges, schistes ou grès, avec oligiste parfois exploitée ; le synclinal de Teillé contient plutôt des roches vertes, l'oligiste ayant été transformé en fer oxydulé. Le Dévonien, toujours mince, présente le polymorphisme propre aux formations coralliennes. Le Carbonifère, très complet, présente à l'état de Culm les divisions connues à l'état marin, dans les synclinaux bretons plus septentrionaux.

Ces modifications des sédiments ont une même cause dans le déplacement contemporain des aires de sédimentation et de leurs rivages : le dépôt du Grès armoricain (S^1) envahit transgressivement les schistes (x) et les micaschistes (ξ^2) à mesure qu'on avance au S. de la feuille ; inversement les diverses assises du Carbonifère (h_{iii}, h_{m}, h_{m}) débordent, vers le N. de la feuille, les formations siluriennes préalablement dénudées, reposant ainsi successivement sur les différents étages paléozoïques.

L'influence des *actions mécaniques* sur tous ces étages, fut considérable : les étirements puissants auxquels ils furent soumis se traduisent en général par des failles longitudinales, qui épousent le bord sud des plis synclinaux, toujours plus étiré et laminé que leur bord nord. Il suffira d'en citer comme exemple la grande faille orogénique qui enlève le flanc sud du synclinal de Teillé, dans toute l'étendue des feuilles de St-Nazaire et d'Ancenis. (Voir *Coupe de Languin*, p. 159).

Si l'on mesure les directions des plis énumérés ci-dessus, on constate que les 3 premiers synclinaux, parallèles entre eux, sont orientés à 100°, tandis que la ligne directrice du grand anticlinal des Cornouailles, qui les suit au sud, se trouve orientée à 125° : l'ensemble de ces rides se répartit ainsi en deux séries distinctes obliques, présentant entre elles une différence angulaire. Ces deux systèmes de plis sont soulignés par leurs *relations avec les venues granitiques* de la région : tandis que le premier est jalonné par deux lignes parallèles d'ellipses de granites grenus, d'âge carbonifère, le dernier est suivi par une venue de granulite feuilletée, laminée, distincte ($\gamma^1\xi^1$), plus ancienne et probablement anté-silurienne. Mais l'importance du mouvement général qui est venu vers la fin des temps carbonifères, redresser et rapprocher en ondes serrées toutes les formations paléozoïques, en voilant toutes les dénivellations antérieures, rend plus incertaine l'observation de ces premiers phénomènes.

Coupe transversale passant par le méridien de Languin
et montrant les relations de position des divers synclinaux de la feuille



Légende : *h*. Terrain houiller, s^4 Silurien, *Ph*. Phtanite Silurien, s^1 Ordovicien, ζ. Micaschistes, δ. Amphibolites, $\zeta\gamma$. Leptynites.

Les venues granitiques carbonifères, alignées comme des grains de chapelet, montrent des relations topographiques évidentes avec les lignes directrices des rides ; c'est entre les synclinaux de Nozay et de Rieux, moins profonds relativement au niveau actuel de la surface, que ceux qui leur succèdent au N. et au S., que se placent les ellipses granulitiques d'Allaire et de Nozay ; comme plus au nord, les ellipses granitiques de Bains à Angers coïncident avec le relèvement anticlinal de Bains. Ces considérations sur la répartition des venues granitiques de la région, suivant les lignes tectoniques, permettent de rattacher à un même phénomène, sans l'expliquer toutefois d'une façon suffisante, l'existence de la remarquable *zône métamorphique* ($S^4\gamma^1$) qui embrasse sur cette feuille les schistes cristallins, d'âge silurien, des synclinaux de Vioreau et de Teillé.

Remarques hydrographiques : Les eaux atmosphériques tombées sur les faîtes granulitiques perméables du Temple, ou sur les faîtes gréseux de Nozay, sourdent le long de ces lignes de partage à la rencontre des strates schisteux imperméables. Il est un autre niveau d'eau à la base des grès armoricains de la bande de Severac. Le niveau d'eau le plus régulier correspond au filon de quarz du Sillon de Bretagne, qui draine tout le massif des gneiss granulitiques de Savenay.

Cultures : La culture de la vigne a sa limite septentrionale suivant le Sillon de Bretagne ; au Nord de cette ligne, elle ne prospère qu'en quelques points privilégiés, tels que le lambeau tertiaire de Saffré et le bassin houiller de Languin. Landes et forêts sur les schistes ; bois de pins sur les grès perméables du nord de la feuille ; prairies, chanvre, roseaux, sur les alluvions de la Loire ; céréales, seigle, avoine, sarrasin, sur les gneiss et micaschistes.

Documents consultés : MM. Baret, Bouquet de la Grye, E. et L. Bureau, Davy, Kerviler, Lacroix, de la Noë, Vasseur.

Séance du 15 Novembre 1896.

Sont élus membres de la Société :

MM. **Munier-Chalmas,** Professeur de Géologie à la Sorbonne.

Jean de Windt, Préparateur au laboratoire de Géologie de l'Université de Gand.

Adrien Dolfuss, Directeur de la Feuille des Jeunes Naturalistes.

Dubrunfaut, Chimiste à Roubaix.

Portier, Directenr général de la Compagnie des Mines de Crespin.

M. Queva lit au nom de M. Bertrand la note suivante :

Nouvelles remarques
Sur le **Kerosene shale de la Nouvelle Galles du Sud**
par **C. Eg. Bertrand**

1. Le Kerosene shale s'est formé de la même manière dans ses divers gisements ([1]). L'agent spécial de sa formation est partout un algue bullaire et flottante de l'Ordre des Volocinéennes le Reinschia australis.

2. Le boghead australien est un exemple de couche charbonneuse produite par l'accumulation d'une seule espèce d'algues. Il n'y a mélange d'espèces que dans la

(1). Les échantillons de Kerosene shale que j'ai étudiés proviennent des localités suivantes : Doughboy Hollow au Nord, Blackheath, Capertree, Megalong, Hartley, Mount-Victoria dans la région de l'Ouest, Collines de Tonalli au Sud-Ouest, Joadja Creek, près Mittagong dans le Sud.

seule localité de Doughboy Hollow ou une autre algue gélatineuse et flottante, le Pila australis s'ajoute au Reinschia dans la faible proportion de 9 pour cent. Cette particularité du Kerosene shale de Doughboy Hollow établit la contemporanéité des genres Pila et Reinschia dans une même localité à l'époque houillère.

3. Je n'ai pas encore rencontré le genre Reinschia en dehors du boghead de la Nouvelle Galles.

4. Se développant à la manière de nos fleurs d'eau, le Reinschia a apporté dans un temps très court une quantité de substance gélosique suffisante pour prédominer sur toutes les autres matières du dépôt charbonneux et lui donner son caractère spécial.

5. L'intensité de l'intervention gélosique du Reinschia dépend bien plus de leur état de développement que de leur nombre.

6. Les thalles des Reinschia sont descendus de la surface de l'eau où ils vivaient sur le fond englobés dans une gelée brune chargée de corps coccoïdes, comme les menus débris végétaux humifiés, comme les spores et le pollen. Au moment de la formation des grandes couches de boghead, il y a eu descente en masse et par nappes de la matière végétale flottante.

7. L'aspect plus ou moins satiné du Kerosene shale dépend de la proportion de gélose qu'il contient. Celle-ci est transformée en un corps jaune transparent dont la cassure vitreuse et luisante contraste avec le charbon mat produit par la substance humique fondamentale.

8. La transformation de la gélose des Reinschia en carbure d'hydrogène ne paraît pas être le résultat d'un travail bactérien, car elle s'est faite sans altérer la configuration de ces organismes. Les seules traces que j'ai pu

rapporter à l'activité bactérienne sont des cannelures creusées dans la gélose des thalles du vivant de la plante.

9. Ce que l'on appelle mur du boghead dans le gisement d'Hartley n'est qu'une partie de la couche charbonneuse moins riche en matière gélosique, 0,430 à 0,538 au lieu de 0,846 à 0,911.

10. A Hartley, le toit du boghead est de même la continuation directe de cette formation, mais la gélose des Reinschia qui forme encore les 0,430 de la masse du dépôt au sommet du boghead, n'intervient plus que pour *0,015* dans le schiste du toit. Par suite de cette grande réduction de la substance gélosique, les autres matières du dépôt, gelée fondamentale, spores, pollen, menus débris humifiés ainsi que le bitume et les matières minérales prennent une importance prépondérante ; le résultat est un schiste sporopollinifère au lieu d'un charbon d'algues. Une seule cause pourtant a été modifiée dans les conditions de la formation, le moindre développement des Reinschia. Ceux-ci sont *16 fois* moins nombreux ; ils sont en outre très jeunes et par suite très petits. A 30 centimètres au-dessus du boghead, dans le *casing* l'intervention gélosique des Reinschia est devenue *un million de fois* plus faible qu'au moment du boghead.

11. Les spores et pollen ajoutés au Kerosene shale proviennent d'un petit nombre d'espèces de plantes ce qui indique une grande uniformité de la végétation voisine. Ces pluies de soufre se sont prolongées pendant toute la durée de la formation charbonneuse. Enfouies après macération, mais sans humification préalable, ces poussières végétales ont donné des lamelles jaunes. Malgré leur nombre, leur intervention est toujours faible. Dans le toit du boghead de Hartley où il y a 1152 spores et 1920 grains de pollen par millimètre cube, les spores forment les 0,004 de la masse et le pollen les 0,0012.

a^2 **Alluvions modernes.** — Les vallées de la Lys, de la Deûle et de la Marque sont pleines d'alluvions récentes qui reposent soit sur le quaternaire, soit sur les terrains tertiaires et secondaires, le quaternaire ayant été enlevé. Ces alluvions sont tourbeuses dans les vallées de la Deûle et de la Lys, quand ces vallées sont au niveau de la nappe aquifère de la craie ; elles sont purement sableuses et argileuses dans les autres cas. On a pu constater dans la Deûle l'existence de deux crues, l'une du ive siècle, l'autre du xiie ou xiiie, qui ont amené un dépôt de gravier et de cailloux roulés.

a^{1b} **Limon quaternaire.** — Ce limon s'étend sur toute la feuille. L'assise limoneuse moyenne de la feuille de Cambrai n'y est pas connue.

L'assise supérieure, qui couvre presque tout, présente : 1° une première couche générale de limon argileux brun rougeâtre (limon supérieur), employé pour la fabrication des briques ; 2° une seconde couche, variable avec la nature du sous-sol. Sur le plateau crayeux de Seclin, jusque dans la ville de Lille, elle est à l'état de limon jaune clair, doux au toucher (ergeron), avec petits débris de craie. Sur l'argile de la Flandre, cette couche se présente sous forme d'un limon argilo-sableux, jaune panaché de blanc, souvent rempli de concrétions calcaires ou ferrugineuses. A mesure que l'on descend, la quantité de sable augmente ; sur les bords des vallées de la Marque et de la Lys la base de l'assise est presque entièrement sableuse ; 3° un léger dépôt de cailloux où l'on rencontre beaucoup de débris de roches et de fossiles tertiaires. On y a trouvé : *Elephas primigenius, Hyæna spelæa,* etc.

L'assise inférieure n'est connue que dans les vallées où on l'atteint par les travaux de terrassements et de sondage.

C'est un sable argileux verdâtre ou blanchâtre rempli de Succinées. Son épaisseur peut atteindre 10 mètres. Il se termine inférieurement par un diluvium plus ou moins épais.

P. Pliocène. — Tout le nord de la feuille a été couvert par les sables et grès pliocènes à *Terebratula grandis* (Diestien des géologues belges). On n'en trouve plus que des débris au sommet des collines du Ferrain, sous forme de galets de silex en fragments de grès ferrugineux.

$e_{III\,a}$ **Sable argileux glauconifère** (Paniselien des géologues belges). — Il n'existe aussi qu'au sommet des petites collines du Ferrain, aux environs d'Halluin.

$e_{III\,b}$ **Argile de Roubaix.** — Argile quelquefois plastique, plus souvent sableuse et micacée, contenant quelques fossiles : *Nummulites planulata*, *Turritella edita*, *Xanthopsis bispinosa*. Les couches fossilifères sont quelquefois durcies par du calcaire (Tourcoing). Cette assise constitue toutes les collines du Ferrain ; elle se continue à l'Ouest sous le Nord de la plaine de la Lys. Épaisseur : 60 mètres.

e_{IV} **L'argile d'Orchies** se distingue difficilement de la précédente ; elle est moins sableuse et plus plastique. On y trouve des septaria de calcaire, de carbonate de fer et des cristaux de gypse. On l'exploite pour faire des tuiles. Elle constitue le léger escarpement qui sépare la Weppes de la plaine de la Lys, depuis Verlinghem jusqu'à Aubers. On peut estimer son épaisseur à 30 mètres.

$e_{V\,a}$ **Sables d'Ostricourt.** — Sables fins verdâtres. Leur teinte verte et la finesse du grain augmentent à mesure que l'on s'enfonce. Les couches supérieures, exploitées à Ennetières-en-Weppes et à Englos, sont plutôt grises que vertes. On n'y a encore trouvé aucun fossile.

e_{vb} **Tuffeau** à *Cyprina Morrisii.* La partie inférieure fine et verte de l'assise précédente passe à un sable de même nature qui contient des grès tendres à ciment d'opale. Les Diatomées y sont nombreuses, par places. On y trouve *Cyprina Morrisii* et *Cyprina planata.*

e_{vc} **L'argile de Louvil**, plus ou moins sableuse, constitue la base du tuffeau, alterne avec lui ou même le remplace complètement (Flandre). Quand elle repose sur la craie à silex, elle contient des silex et se montre sous l'aspect de conglomérat à silex.

c^7 **Craie** à *Micraster cor testudinarium.* On peut y distinguer deux zones dont la supérieure se montre seule en affleurement :

1° Craie blanche avec ou sans silex, exploitée pour la fabrication de la chaux. Elle contient en abondance *Inoceramus involutus* et plusieurs autres espèces d'Inocérames, de nombreux Poissons, *Ammonites tricarinatus.* Le *Micraster cor testudinarium* y est très commun jusqu'à la partie supérieure ; le *Micraster cor anguinum* y est excessivement rare et n'apparaît que dans les couches les plus élevées ; (10 à 20 mètres)

2° Craie grise, anciennement exploitée comme pierre de taille (Lezennes) (3 mètres).

c^6 **Craie turonienne.** — Elle se divise en quatre zones ·

1° Craie sableuse avec phosphate de chaux (2 mètres environ). Cette craie, sableuse et glauconifère se termine supérieurement par un banc de nodules de phosphate de chaux (*tun*) que l'on a tenté inutilement d'exploiter. Sa faune est intermédiaire entre celle de la craie à *M. breviporus* et celle de la craie à *M. cor testudinarium.* Elle affleurait anciennement à Bouvines ; on ne la voit plus qu'au fond des carrières souterraines ;

2° Craie à silex cornus (4 mètres environ) ; elle contient *M. breviporus* de petite taille. On ne l'observe que très rarement. Sa partie supérieure présente deux bancs de craie dure (deuxième et troisième banc de tun) ;

3° Marne à *Terebratulina gracilis* et à *Inoceramus Brongniarti*. Couches alternatives de marne argileuse d'un blanc verdâtre et de craie marneuse compacte. On l'exploite pour la fabrication de la chaux hydraulique à Cysoing et, sous le nom de *marlette*, pour la fabrication des agglomérés de ménage (10 mètres) ;

4° Marne argileuse bleue (*dièves*) ; elle n'est connue que dans les puits. Sous les dièves on rencontre une craie glauconieuse avec cailloux (*tourtia*) qui paraît appartenir à l'assise à *Belemnites plenus* ; puis quelquefois de l'argile pyriteuse d'âge indéterminé.

Presque tout le soubassement primaire de la feuille de Lille appartient au calcaire carbonifère. Vers Halluin, on trouve le Dévonien de la bande septentrionale du bassin de Namur, et un peu au Nord, à Menin, la sonde a rencontré le Silurien avec Graptolites.

Le prolongement du calcaire de Tournai s'avance vers Lille en formant l'axe souterrain d'un léger anticlinal crayeux qui sépare le bassin tertiaire de la Flandre du bassin d'Orchies.

Au Nord de Lille, une première nappe aquifère se trouve dans la couche argilo-sableuse du limon $\mathbf{a}^{1b}$; retenue par l'argile d'Orchies ou l'argile de Roubaix, elle alimente les puits domestiques ; elle imbibe la plaine de la Lys, de manière à y former une couche aquifère constante à 3 ou 4 mètres de profondeur.

Une seconde nappe, plus importante et mieux isolée, existe dans les sables verts e_{va}. C'est la nappe généralement exploitée par les puits de la région au Nord de Lille ; beaucoup d'industriels s'en contentent.

La troisième nappe se trouve dans la craie, soit dans la craie blanche au-dessus du tun qui forme la couche imperméable du fond ou dans la craie sableuse glauconifère entre les deux premiers tuns. C'est le niveau des puits de Lille, des sources de la vallée de la Deule (Emmerin, etc.), des forages d'Armentières, de la Madeleine et de bien d'autres.

La quatrième masse, peu distincte de la précédente, se trouve dans les alternances de marne dure et de marne argileuse de l'assise à *Terebratulina gracilis* ; c'est de là que sortent les sources de la vallée de la Marque ; elle se confond avec la nappe du tun par la disparition de cette dernière assise vers le Nord.

Le cinquième niveau est dans les calcaires carbonifères ou dévoniens ; il fournit des eaux pures, d'un faible degré hydrotymétrique, légèrement sodiques et quelquefois d'une extrême abondance ; mais son gisement est toujours incertain, parce qu'il tient à l'allure et au caractère physique du calcaire.

M. **Gosselet** présente :

1° Un schiste rouge et vert avec *Oldhamia* qu'il a trouvé avec M. Malaise dans une recherche d'ardoises sur le territoire d'Oignies (Belgique). L'*Oldhamia* n'existe que dans les minces lits verts qui alternent avec les lits rouges et non dans ces derniers.

A cette occasion, M. Barrois rappelle que M. Solas considère les *Oldhamia* comme non organiques, mais dus à des froissements de la roche.

2° De magnifiques échantillons de coraux du récif corallien de la craie d'Hem Monacu. Les coraux sont transformés en silice de sorte qu'il suffit de plonger la roche dans de l'eau acidulée pour dissoudre la craie et isoler les coraux. Les échantillons pris à la surface du récif montrent un beau vernis brun de phosphate de chaux.

3° Des échantillons d'Étaves montrent la surface de la craie blanche inférieure à la craie phosphatée, durcie et perforée. Et de cette occasion, M. Gosselet expose ses observations sur le gîte de craie phosphatée d'Étaves.

Sondages aux environs de Lille

Forage chez M. Alfred Motte, rue du Moulin, à Roubaix

Altitude	Profondeur		Épaisseur
32		Terre végétale.	1
	1	Sable mouvant	7
+ 21	8	Glaise compacte	16
+ 8	24	Sable vert très dur	29
	53	Glaise avec silex.	15
— 36	68	Marne blanche avec silex. . .	11
	79	Dièves compactes	14
— 61	93	Calcaire, fissure à 94m00 . . .	80

Séance du 2 Décembre 1896

M. **Ad. Meyer** donne lecture du rapport de la Commission des Finances. Il donne le compte détaillé des dépenses et des recettes de l'année 1896. Il propose l'adoption de ce compte et le projet de Budget pour 1897. Il exprime tous les regrets de la Société de voir que M. **Crespel** se trouve dans l'impossibilité de continuer ses fonctiones; il rend hommage à son long dévouement et lui renouvelle l'expression de la reconnaissance de la Société. Il remercie M. **Defresnes** d'avoir bien voulu remplacer M. Crespel pendant sa maladie.

La Société adopte la proposition de la Commission, elle s'associe par de chaleureux applaudissements à tous ces sentiments exprimés en son nom envers M. Crespel.

M. **Gosselet** présente la première Leçon de son cours de Minéralogie appliquée. Il présente aussi les cartes géologiques au $\frac{1}{20000}$ et au $\frac{1}{40000}$ qu'il vient de tracer des planchettes de Gedinne et de Willerzies pour la Carte géologique de la Belgique.

Introduction du Cours de Minéralogie appliquée

professé le 20 Novembre 1896

par **J. Gosselet**

Le 2 avril dernier, M. le Ministre de l'Instruction publique adressait aux Recteurs une circulaire où on lisait :

Pendant de longues années, et pour des raisons diverses qu'il serait inutile de rappeler ici, on n'a vu, dans la licence ès sciences, qu'un grade professionnel fait pour les futurs professeurs, et tout naturellement on l'a organisée en vue de cette fin unique et exclusive. Cette conception étroite est aujourd'hui élargie. Les Facultés des sciences ont une destination plus ample. Leur objet est l'enseignement théorique et pratique des sciences, de toutes les sciences, d'abord pour la science en elle-même, puis pour les multiples applications qui s'en font dans la civilisation contemporaine. Le professorat n'est qu'un des débouchés offerts à leurs élèves. Elles ne rempliraient que partiellement leur rôle si elles bornaient là leurs préoccupations et leur action. La société, où chaque jour la science devient plus agissante, attend d'elles d'autres services, et ces services, elles sont en état de les rendre. Chaque année, quinze à seize cents candidats sortis des classes scientifiques de l'enseignement secondaire se présentent à l'École polytechnique, à l'École normale et à l'École centrale : quelques centaines seulement peuvent y entrer. Des autres, beaucoup viennent aux Facultés des sciences, mais les examens qu'ils y subissent, ne peuvent leur ouvrir que le professorat, et ainsi s'accroît démesurément, hors de toute proportion avec les besoins des services, le nombre des candidats aux emplois de l'enseignement. Et pendant ce temps nombre de nos industries scientifiques sont forcées de se recruter à l'étranger. Un progrès d'ordre social sera certainement réalisé le jour où les étudiants sauront que la Faculté des sciences ne les mène pas seulement, par une voie chaque jour plus étroite, aux fonctions de l'enseignement, mais qu'il dépend d'eux, par le choix de leurs études, de s'assurer d'autres carrières. Ce sera aussi un profit d'ordre économique. On a remarqué déjà que beaucoup des grandes découvertes scientifiques qui ont enrichi l'industrie étaient l'œuvre de savants français, mais que souvent les conse-

quences et les applications en avaient été faites à l'étranger. Il n'est pas inexact de penser que l'orientation donnée jusqu'en ces derniers temps à l'enseignement de nos Facultés des sciences y a été pour quelque chose. Après les grands inventeurs, il faut des metteurs en œuvre nombreux, instruits, inventifs eux aussi, apportant dans l'usine ou l'atelier la science des laboratoires. Ces agents-là, les laboratoires de nos Facultés des sciences, ne les ont pas jusqu'ici formés en assez grand nombre.

Les désirs du Gouvernement répondaient complètement aux aspirations de la Faculté des Sciences de Lille. Depuis plus de vingt ans nous avions un cours de Chimie industrielle. Il y a deux ans on a commencé un cours de Physique industrielle. Cette année nous y joignons un cours de Mécanique appliquée et un cours de Minéralogie appliquée.

Le titre de ce dernier cours a dû étonner beaucoup de monde. Si la minéralogie théorique est connue, il n'en est pas de même de la minéralogie appliquée. On a pu se demander quel pouvait être l'objet de l'enseignement et si le nom de minéralogie appliquée était bien choisi.

Le cours comprendra l'étude des matières minérales naturelles au point de vue de leurs caractères, de leur gisement, de leur emploi, et de leur rôle industriel et commercial.

Ainsi nous étudierons les minerais des divers métaux, les caractères qui permettent de les reconnaître, les conditions dans lesquelles on les trouve et les pays qui les fournissent. Je ne vous parlerai pas de leur exploitation, c'est l'objet d'une science spéciale dont la place est essentiellement marquée dans les Écoles, où se forment les ingénieurs.

Mais il est bon que les hommes qui s'occupent d'industrie ou de commerce puissent raisonner des conditions dans lesquelles on trouve l'or, l'argent et les autres

métaux précieux. A une époque où les métaux rares commencent à être employés, où l'éclairage réclame le zirconium, le thorium, l'yttrium, etc., il est utile de faire connaître les minéraux qui les fournissent. Sous ce rapport, le cours de minéralogie, que je commence aujourd'hui, est une répétition de celui que j'ai fait il y a deux ans.

A côté des minéraux à base métallique, il en est d'autres dont l'utilité industrielle est tout aussi considérable. Je vous citerai particulièrement les minéraux à base de chaux : sulfates, carbonates, phosphates. La chaux est utilisée dans une foule d'industries : ses qualités sont très différentes suivant le calcaire qui a servi à la fabriquer. Il importe donc de connaître les divers calcaires et les endroits où l'on peut se les procurer. La magnésie sert aussi dans plusieurs industries : nous aurons à l'étudier au point de vue de ses propriétés et de son gisement.

La silice n'a pas un rôle moindre, à l'état de cristal de roche, de quarz blanc, et de sable. Tel sable convient à la verrerie, tel autre sert à polir les glaces, tel à mouler la fonte. Il faut indiquer le motif de leur spécialité et les conditions où on les trouve.

Les matières minérales utilisées en industrie, ne se bornent pas aux minéraux cristallisés et à composition chimique parfaitement définie. Il y a encore bien d'autres substances qui sont utilisées, et qui ont une complexité plus grande ; je vous citerai en première ligne la houille.

La houille est un composé très variable, produit par des débris végétaux qui se sont carbonisés dans l'intérieur du sol en perdant une certaine quantité d'eau, de carbure d'hydrogène et d'acide carbonique. La composition de la houille est variable : il y a des houilles sèches, anthraciteuses, qui sont du carbone presque pur et des houilles

qui contiennent encore une grande quantité de gaz carburés. L'emploi de ces diverses variétés est différent. Il est nécessaire pour l'industriel de les reconnaître et de savoir où on les trouve.

La science se pose bien d'autres questions au sujet de la houille. Elle discute son origine, son âge, les conditions dans lesquelles on la trouve. Ces problèmes sont du ressort de la géologie ; nous ne nous en occuperons pas ; nous resterons sur le terrain minéralogique ; mais s'ils vous intéressent, vous pouvez les trouver dans l'enseignement géologique de la Faculté.

A côté de la houille il faut placer les cires et les résines minérales, les pétroles, les naphtes et d'autres encore dont l'emploi se répand de plus en plus dans l'industrie.

Mais il est une substance bien plus importante encore pour l'industrie du Nord, dont l'influence est telle, qu'elle détermine la position des usines, c'est l'eau.

En chimie on vous apprendra à analyser les eaux naturelles, à déterminer les sels qu'elles contiennent, à les purifier.

Mais il resterait une lacune importante dans vos connaissances, si vous ignoriez comment on peut se procurer l'eau en allant la chercher dans le sein de la terre, dans quelles conditions on peut espérer la rencontrer et quelle sera sa composition approximative.

En entendant ce programme d'étude, vous vous êtes peut-être dit que ce n'était pas de la minéralogie et que le cours devrait porter un autre nom.

Constatons d'abord qu'il ne peut se rattacher qu'à la minéralogie ou à la géologie ; par conséquent je n'usurpe pas le domaine d'un de mes collègues.

D'autre part la minéralogie doit comprendre toutes les substances minérales trouvées dans la nature, qu'elles soient solides ou liquides, cristallisées ou amorphes. C'est

comme cela que les minéralogistes du siècle dernier comprenaient la science.

Pour Haüy la houille, l'argile, le pétrole, l'asphalte rentrent encore dans la minéralogie ; il leur consacre un chapitre de son traité de minéralogie comme au calcaire, au gypse, au feldspath ou au quarz.

Mais cet illustre savant qui avait découvert les relations de forme des cristaux d'une même espèce minérale, devait naturellement donner une attention beaucoup plus grande aux minéraux susceptibles de cristalliser et aux variétés cristallisées de ces minéraux.

Ses successeurs suivirent son exemple, mais firent une place de plus en plus prépondérante à la cristallographie. Actuellement, pour beaucoup de savants, la minéralogie est devenue presque synonyme de la cristallographie. La majeure partie d'un cours de minéralogie devrait selon eux être employée à l'étude de la structure cristalline et de ses propriétés physiques ; à peine quelques leçons pourraient-elles être consacrées aux principales espèces minérales. C'est une façon de comprendre la minéralogie en mathématicien et en physicien, mais non en naturaliste. L'enseignement ainsi entendu n'est pas toujours très profitable aux élèves, aussi la minéralogie est-elle dans plusieurs Facultés françaises considérée comme une quantité négligeable. Il n'en a jamais été de même à Lille, où l'étude des espèces minérales cristallisées a toujours fait l'objet de très nombreuses leçons, et où, je dois rendre cet hommage à mes anciens élèves, la minéralogie était aimée et travaillée.

Je n'aurai garde d'abandonner un enseignement que m'a donné des résultats si satisfaisants. Une des deux années de notre cycle d'études lui sera consacrée. Mais la minéralogie limitée aux cristaux naturels ne présente pas beaucoup d'applications.

Du moment que la Faculté voulait organiser un enseignement appliqué, il était nécessaire d'entretenir les élèves des matières premières que l'industrie puise dans le monde minéral et l'on ne pouvait rattacher cette étude qu'à la minéralogie ou à la géologie.

Or la géologie telle qu'elle s'enseigne pour la licence, sort des méthodes et des préoccupations de l'enseignement industriel. Elle a principalement pour but l'histoire de la terre. Elle doit expliquer l'origine des diverses couches qui la constituent, déterminer leur âge et établir la succession des êtres organisés qui y ont vécu. Pour cela la connaissance de la paléontologie lui est absolument nécessaire. La géologie entraîne donc avec elle une foule de connaissances, dont l'industriel n'a pas immédiatement besoin. Elle serait absolument nécessaire si le but de notre enseignement était d'apprendre à rechercher les matières utiles. La recherche des minerais, l'établissement d'une mine, ou même d'une carrière sont du ressort de la géologie. Mais tel n'est pas notre but. Nous n'aurons que quelques notions à demander à la géologie sur le gisement des minéraux et encore ce sera presque toujours à la géologie locale qui est très simple.

D'un autre côté la minéralogie, même la cristallographie, se relient intimement aux études chimiques et physiques, que doivent faire les industriels. Dès lors il n'y avait pas à hésiter et le cours sur les matières premières minérales devait être rattaché au cours de minéralogie.

Nous aurons peut-être à Lille un enseignement minéralogique spécial, différent de celui des autres Universités, mais je suis convaincu qu'il rendra service et qu'il sera un adjuvant important de l'enseignement des sciences appliquées que nous organisons.

M. Ch. Barrois fait la communication suivante :

Sur les

Phénomènes littoraux actuels du Morbihan

par **Charles Barrois**

(Planches IV et V)

SOMMAIRE

1. *Des sédiments qui se forment de nos jours sur les côtes du Morbihan, leur variété et leur repartition.* — Sédiments clastiques : galets, sables à gemmes, sables quarzeux, sables vaseux, vases argileuses. — Sédiments organiques : marnes, crag calcaire, tourbes. — Sédiments chimiques : chlorure de sodium, sulfate de chaux. — Sédiments éoliens : sables des dunes.

2. *De la topographie des dépôts littoraux du Morbihan et de ses causes.* Importance des sédiments clastiques pour la topographie. — Description de la topographie sous-marine du Morbraz. — Complexité du delta confluent de Loire-et-Vilaine. — Contribution de la Loire à l'envasement du Morbraz. — Contribution de la Vilaine à cet envasement. — Action inverse des rias dans les baies de Quiberon et de Bourgneuf et des chasses de leur embouchure. — Application de ces données aux contours paléogéographiques.

INTRODUCTION

Divers géographes ont déjà exprimé cette idée, que l'océan et le continent se disputaient encore la prédominance dans le Morbihan, sous le niveau des mers, tant la terre et l'eau leur paraissaient entrelacées parmi les îlots de cet archipel ; tour à tour en effet, et selon la marée, on voit s'agrandir ou décroître, s'allonger et se souder par des bancs de vase noirâtre et des épis caillouteux, ou s'entourer d'eaux courantes, les promontoires ou les baies, les îles et les innombrables découpures de ces côtes.

Les sédiments qui se forment sous ces eaux vertes du Morbihan, dans ce décor toujours changeant, ont cependant été peu étudiés, relativement à leur mode de répartition et à ses causes. L'excellente *Lithologie du fond des mers* de Delesse ([1]) n'a pas épuisé le sujet. Des formations d'origine clastique entraînées par les vents, les pluies ou les courants, s'accumulent dans les dépressions de ces côtes, en même temps qu'y cristallisent des précipités chimiques ; et la nature organique, toujours active, y prépare de son coté, des dépôts calcaires ou tourbeux, résultat de l'accumulation de débris animaux ou végétaux. Il semble que cet espace restreint montre ainsi réunis tous les sédiments les plus divers par leur origine et leur composition chimique, et qu'ainsi il soit merveilleusement disposé pour révéler au naturaliste, comment se formaient aux époques géologiques des faciès synchroniques, différents par leur composition et par leur faune.

Nous ne nous bornerons pas toutefois dans cette note. à l'étude des sédiments du Morbihan proprement-dit ; nous devrons sortir de ce *Mor-bihan* ou *petite-mer,* ainsi nommee par comparaison avec le *Mor-braz* ou *grande-mer*, par es habitants de l'Armorique, pour rechercher les relations de ces sédiments avec ceux du *Morbraz* lui-même. Cette mer, externe par rapport au Morbihan, et comme elle, en voie d'envasement, n'en diffère guère que par ses dimensions plus considérables, s'étendant de la baie de Quiberon à la baie de Bourgneuf : c'est de même une mer intérieure, encombrée d'îlots, mais ici la mer a pris le pas sur la terre, très réduite. Le Morbraz a peut-être été vu à l'état d'archipel, par les Celtes qui construisaient leurs demeures dans le Morbihan à l'état de lagune ? C'est la mer des Vénètes, combattus par César.

(1) DELESSE : Lithologie du fond des mers, Paris, Lacroix 1871 p. 172.

Les caractères topographiques de cette mer et les particularités de sa sédimentation que nous ferons ressortir dans les pages suivantes, lui assurent une individualité suffisante pour qu'il soit permis de la distinguer ici par un nom propre, de l'Océan, avec lequel elle communique librement au large de Belle-Ile.

§ 1.

Des sédiments qui se forment de nos jours sur les cotes morbihannaises et de leur répartition

Galets : Des galets se forment en de nombreux points de ces côtes ; on y reconnait les débris des roches qui constituent les falaises de la région, et notamment des plus dures, granite, pegmatite, gneiss, pyroxénite et quarz. Quelques cailloux étrangers s'y trouvent associés, repris dans d'anciennes plages soulevées, datant d'époques antérieures. La grosseur des galets est aussi variable que leur composition lithologique, elle change suivant les points où on les trouve : leur forme présente les modifications les plus étendues : parfois ellipsoïdaux, ils sont plus souvent aplatis, ovalaires, allongés suivant l'une de leurs dimensions, et quelquefois même restent exactement polyédriques. Ils offrent leurs formes les plus globuleuses près de Bénier, l'île Longue, la Calebasse, au voisinage des grands courants ; par contre, les éboulis fendillés du granite paraissent conserver indéfiniment leurs arêtes sur les plages [illegible] où le courant est [illegible] sur ces côtes. [illegible] et des galets [illegible] toutes ces [illegible] agent, qui est le [illegible] C'est à l'action [illegible] le galet sur les

plages maritimes qu'il faut attribuer le poli de leurs surfaces ; on n'en trouve pas sur ces côtes de semblables à ces galets de la Loire, déjà cités par M. Partiot [1], qui remués seulement en temps de crue, sont polis en dessus et rugueux en dessous, parce qu'immobiles pendant les basses eaux, ils subissent alors sur une seule face seulement, le frottement du sable qui passe sur eux et qui les use.

On trouve des galets dans le Morbihan et le Morbraz partout où des courants atteignant la vitesse de 2 nœuds déplacent des fragments rocheux, pour les laisser tomber ensuite quand les circonstances topographiques le permettent. Ces circonstances sont réalisées quand le frottement du fond ou des rives amortit suffisamment la vitesse du courant, ce qui arrive habituellement à l'abri des caps, ou à l'entrée des anses, où se trouvent par suite les accumulations de galets.

On les observe encore au confluent de deux courants, comme dans l'angle compris entre les rivières de Vannes et d'Auray, où la rencontre de ces masses liquides détermine un remous, un ralentissement de vitesse, et une pluie locale de galets, jusqu'au point où leurs eaux confondues coulent parallèlement avec une vitesse accélérée.

Des levées de galets se forment enfin sous le vent de rochers isolés, servant d'appui (la Calebasse). En général, les levées de galets sont très localisées dans la région, et beaucoup plus clairsemées qu'en beaucoup d'autres littoraux bretons : elles n'y donnent naissance qu'à un petit nombre de flèches et de bancs, et le seul cordon littoral important est celui que recouvre la dune de Quiberon. Elles se montrent orientées dans toutes les directions de la boussole, sans relation avec les courants

---

(1) Partiot : Ann. des Ponts et Chaussées 1871, p. 248.

e_{vb} **Tuffeau** à *Cyprina Morrisii*. La partie inférieure fine et verte de l'assise précédente passe à un sable de même nature qui contient des grès tendres à ciment d'opale. Les Diatomées y sont nombreuses, par places. On y trouve *Cyprina Morrisii* et *Cyprina planata*.

e_{vc} **L'argile de Louvil**, plus ou moins sableuse, constitue la base du tuffeau, alterne avec lui ou même le remplace complètement (Flandre). Quand elle repose sur la craie à silex, elle contient des silex et se montre sous l'aspect de conglomérat à silex.

c^7 **Craie** à *Micraster cor testudinarium*. On peut y distinguer deux zones dont la supérieure se montre seule en affleurement :

1° Craie blanche avec ou sans silex, exploitée pour la fabrication de la chaux. Elle contient en abondance *Inoceramus involutus* et plusieurs autres espèces d'Inocérames, de nombreux Poissons, *Ammonites tricarinatus*. Le *Micraster cor testudinarium* y est très commun jusqu'à la partie supérieure ; le *Micraster cor anguinum* y est excessivement rare et n'apparait que dans les couches les plus élevées ; (10 à 20 mètres)

2° Craie grise, anciennement exploitée comme pierre de taille (Lezennes) (3 mètres).

c^6 **Craie turonienne.** — Elle se divise en quatre zones :

1° Craie sableuse avec phosphate de chaux (2 mètres environ). Cette craie, sableuse et glauconifère se termine supérieurement par un banc de nodules de phosphate de chaux (*tun*) que l'on a tenté inutilement d'exploiter. Sa faune est intermédiaire entre celle de la craie à *M. breviporus* et celle de la craie à *M. cor testudinarium*. Elle affleurait anciennement à Bouvines ; on ne la voit plus qu'au fond des carrières souterraines ;

2° Craie à silex cornus (4 mètres environ) ; elle contient *M. breviporus* de petite taille. On ne l'observe que très rarement. Sa partie supérieure présente deux bancs de craie dure (deuxième et troisième banc de tun) ;

3° Marne à *Terebratulina gracilis* et à *Inoceramus Brongniarti*. Couches alternatives de marne argileuse d'un blanc verdâtre et de craie marneuse compacte. On l'exploite pour la fabrication de la chaux hydraulique à Cysoing et, sous le nom de *marlette*, pour la fabrication des agglomérés de ménage (10 mètres) ;

4° Marne argileuse bleue (*dièves*) ; elle n'est connue que dans les puits. Sous les dièves on rencontre une craie glauconieuse avec cailloux (*tourtia*) qui paraît appartenir à l'assise à *Belemnites plenus* ; puis quelquefois de l'argile pyriteuse d'âge indéterminé.

Presque tout le soubassement primaire de la feuille de Lille appartient au calcaire carbonifère. Vers Halluin, on trouve le Dévonien de la bande septentrionale du bassin de Namur, et un peu au Nord, à Menin, la sonde a rencontré le Silurien avec Graptolites.

Le prolongement du calcaire de Tournai s'avance vers Lille en formant l'axe souterrain d'un léger anticlinal crayeux qui sépare le bassin tertiaire de la Flandre du bassin d'Orchies.

Au Nord de Lille, une première nappe aquifère se trouve dans la couche argilo-sableuse du limon $\mathbf{a}^{1b}$; retenue par l'argile d'Orchies ou l'argile de Roubaix, elle alimente les puits domestiques ; elle imbibe la plaine de la Lys, de manière à y former une couche aquifère constante à 3 ou 4 mètres de profondeur.

Une seconde nappe, plus importante et mieux isolée, existe dans les sables verts e_{va}. C'est la nappe généralement exploitée par les puits de la région au Nord de Lille ; beaucoup d'industriels s'en contentent.

La troisième nappe se trouve dans la craie, soit dans la craie blanche au-dessus du tun qui forme la couche imperméable du fond ou dans la craie sableuse glauconifère entre les deux premiers tuns. C'est le niveau des puits de Lille, des sources de la vallée de la Deule (Emmerin, etc.), des forages d'Armentières, de la Madeleine et de bien d'autres.

La quatrième masse, peu distincte de la précédente, se trouve dans les alternances de marne dure et de marne argileuse de l'assise à *Terebratulina gracilis* ; c'est de là que sortent les sources de la vallée de la Marque ; elle se confond avec la nappe du tun par la disparition de cette dernière assise vers le Nord.

Le cinquième niveau est dans les calcaires carbonifères ou dévoniens ; il fournit des eaux pures, d'un faible degré hydrotymétrique, légèrement sodiques et quelquefois d'une extrême abondance ; mais son gisement est toujours incertain, parce qu'il tient à l'allure et au caractère physique du calcaire.

M. **Gosselet** présente :

1° Un schiste rouge et vert avec *Oldhamia* qu'il a trouvé avec M. Malaise dans une recherche d'ardoises sur le territoire d'Oignies (Belgique). L'*Oldhamia* n'existe que dans les minces lits verts qui alternent avec les lits rouges et non dans ces derniers.

A cette occasion, M. Barrois rappelle que M. Solas considère les *Oldhamia* comme non organiques, mais dus à des froissements de la roche.

2° De magnifiques échantillons de coraux du récif corallien de la craie d'Hem-Monacu. Les coraux sont transformés en silice de sorte qu'il suffit de plonger la roche dans de l'eau acidulée pour dissoudre la craie et isoler les coraux. Les échantillons pris à la surface du récif montrent un beau vernis brun de phosphate de chaux.

3° Des échantillons d'Étaves montrent la surface de la craie blanche inférieure à la craie phosphatée, durcie et perforée. Et de cette occasion, M. Gosselet expose ses observations sur le gîte de craie phosphatée d'Étaves.

Sondages aux environs de Lille

Forage chez M. Alfred Motte, rue du Moulin, à Roubaix

Altitude	Profondeur		Épaisseur
32		Terre végétale.	1
	1	Sable mouvant	7
+ 24	8	Glaise compacte	16
+ 8	24	Sable vert très dur	29
	53	Glaise avec silex.	15
— 36	68	Marne blanche avec silex. . .	11
	79	Dièves compactes	14
— 61	93	Calcaire, fissure à 94ᵐ00 . . .	80

Séance du 2 Décembre 1896

M. **Ad. Meyer** donne lecture du rapport de la Commission des Finances. Il donne le compte détaillé des dépenses et des recettes de l'année 1896. Il propose l'adoption de ce compte et le projet de Budget pour 1897. Il exprime tous les regrets de la Société de voir que M. **Crespel** se trouve dans l'impossibilité de continuer ses fonctioncs; il rend hommage à son long dévouement et lui renouvelle l'expression de la reconnaissance de la Société. Il remercie M. **Defresnes** d'avoir bien voulu remplacer M. Crespel pendant sa maladie.

La Société adopte la proposition de la Commission, elle s'associe par de chaleureux applaudissements à tous ces sentiments exprimés en son nom envers M. Crespel.

M. **Gosselet** présente la première Leçon de son cours de Minéralogie appliquée. Il présente aussi les cartes géologiques au $\frac{1}{20000}$ et au $\frac{1}{40000}$ qu'il vient de tracer des planchettes de Gedinne et de Willerzies pour la Carte géologique de la Belgique.

Introduction du Cours de Minéralogie appliquée

professé le 20 Novembre 1896

par **J. Gosselet**

Le 2 avril dernier, M. le Ministre de l'Instruction publique adressait aux Recteurs une circulaire où on lisait :

Pendant de longues années, et pour des raisons diverses qu'il serait inutile de rappeler ici, on n'a vu, dans la licence ès sciences, qu'un grade professionnel fait pour les futurs professeurs, et tout naturellement on l'a organisée en vue de cette fin unique et exclusive. Cette conception étroite est aujourd'hui élargie. Les Facultés des sciences ont une destination plus ample. Leur objet est l'enseignement théorique et pratique des sciences, de toutes les sciences, d'abord pour la science en elle-même, puis pour les multiples applications qui s'en font dans la civilisation contemporaine. Le professorat n'est qu'un des débouchés offerts à leurs élèves. Elles ne rempliraient que partiellement leur rôle si elles bornaient là leurs préoccupations et leur action. La société, où chaque jour la science devient plus agissante, attend d'elles d'autres services, et ces services, elles sont en état de les rendre. Chaque année, quinze à seize cents candidats sortis des classes scientifiques de l'enseignement secondaire se présentent à l'École polytechnique, à l'École normale et à l'École centrale ; quelques centaines seulement peuvent y entrer. Des autres, beaucoup viennent aux Facultés des sciences ; mais les examens qu'ils y subissent, ne peuvent leur ouvrir que le professorat, et ainsi s'accroit démesurément, hors de toute proportion avec les besoins des services, le nombre des candidats aux emplois de l'enseignement Et pendant ce temps nombre de nos industries scientifiques sont forcées de se recruter à l'étranger Un profit d'ordre social sera certainement réalisé le jour où les étudiants sauront que la Faculté des sciences ne les mène pas seulement, par une voie chaque jour plus étroite, aux fonctions de l'enseignement, mais qu'il dépend d'eux, par le choix de leurs études, de s'assurer d'autres carrières. Et ce sera aussi un profit d'ordre économique. On a remarqué déjà que beaucoup des grandes découvertes scientifiques qui ont révolutionné l'industrie étaient l'œuvre de savants français, mais que souvent les consé-

quences et les applications en avaient été faites à l'étranger. Il n'est pas inexact de penser que l'orientation donnée jusqu'en ces derniers temps à l'enseignement de nos Facultés des sciences y a été pour quelque chose. Après les grands inventeurs, il faut des metteurs en œuvre nombreux, instruits, inventifs eux aussi, apportant dans l'usine ou l'atelier la science des laboratoires. Ces agents-là, les laboratoires de nos Facultés des sciences, ne les ont pas jusqu'ici formés en assez grand nombre.

Les désirs du Gouvernement répondaient complètement aux aspirations de la Faculté des Sciences de Lille. Depuis plus de vingt ans nous avions un cours de Chimie industrielle. Il y a deux ans on a commencé un cours de Physique industrielle. Cette année nous y joignons un cours de Mécanique appliquée et un cours de Minéralogie appliquée.

Le titre de ce dernier cours a dû étonner beaucoup de monde. Si la minéralogie théorique est connue, il n'en est pas de même de la minéralogie appliquée. On a pu se demander quel pouvait être l'objet de l'enseignement et si le nom de minéralogie appliquée était bien choisi.

Le cours comprendra l'étude des matières minérales naturelles au point de vue de leurs caractères, de leur gisement, de leur emploi, et de leur rôle industriel et commercial.

Ainsi nous étudierons les minerais des divers métaux, les caractères qui permettent de les reconnaître, les conditions dans lesquelles on les trouve et les pays qui les fournissent. Je ne vous parlerai pas de leur exploitation, c'est l'objet d'une science spéciale dont la place est essentiellement marquée dans les Écoles, où se forment les ingénieurs.

Mais il est bon que les hommes qui s'occupent d'industrie ou de commerce puissent raisonner des conditions dans lesquelles on trouve l'or, l'argent et les autres

métaux précieux. A une époque où les métaux rares commencent à être employés, où l'éclairage réclame le zirconium, le thorium, l'yttrium, etc., il est utile de faire connaître les minéraux qui les fournissent. Sous ce rapport, le cours de minéralogie, que je commence aujourd'hui, est une répétition de celui que j'ai fait il y a deux ans.

A côté des minéraux à base métallique, il en est d'autres dont l'utilité industrielle est tout aussi considérable. Je vous citerai particulièrement les minéraux à base de chaux : sulfates, carbonates, phosphates. La chaux est utilisée dans une foule d'industries; ses qualités sont très différentes suivant le calcaire qui a servi à la fabriquer. Il importe donc de connaître les divers calcaires et les endroits où l'on peut se les procurer. La magnésie sert aussi dans plusieurs industries ; nous aurons à l'étudier au point de vue de ses propriétés et de son gisement.

La silice n'a pas un rôle moindre, à l'état de cristal de roche, de quarz blanc, et de sable. Tel sable convient à la verrerie, tel autre sert à polir les glaces, tel à mouler la fonte. Il faut indiquer le motif de leur spécialité et les conditions où on les trouve.

Les matières minérales utilisées en industrie, ne se bornent pas aux minéraux cristallisés et à composition chimique parfaitement définie. Il y a encore bien d'autres substances qui sont utilisées, et qui ont une complexité plus grande ; je vous citerai en première ligne la houille.

La houille est un composé très variable, produit par des débris végétaux qui se sont carbonisés dans l'intérieur du sol en perdant une certaine quantité d'eau, de carbure d'hydrogène et d'acide carbonique. La composition de la houille est variable : il y a des houilles sèches, anthraciteuses, qui sont du carbone presque pur et des houilles

qui contiennent encore une grande quantité de gaz carburés. L'emploi de ces diverses variétés est différent. Il est nécessaire pour l'industriel de les reconnaître et de savoir où on les trouve.

La science se pose bien d'autres questions au sujet de la houille. Elle discute son origine, son âge, les conditions dans lesquelles on la trouve. Ces problèmes sont du ressort de la géologie ; nous ne nous en occuperons pas ; nous resterons sur le terrain minéralogique ; mais s'ils vous intéressent, vous pouvez les trouver dans l'enseignement géologique de la Faculté.

A côté de la houille il faut placer les cires et les résines minérales, les pétroles, les naphtes et d'autres encore dont l'emploi se répand de plus en plus dans l'industrie.

Mais il est une substance bien plus importante encore pour l'industrie du Nord, dont l'influence est telle, qu'elle détermine la position des usines, c'est l'eau.

En chimie on vous apprendra à analyser les eaux naturelles, à déterminer les sels qu'elles contiennent, à les purifier.

Mais il resterait une lacune importante dans vos connaissances, si vous ignoriez comment on peut se procurer l'eau en allant la chercher dans le sein de la terre, dans quelles conditions on peut espérer la rencontrer et quelle sera sa composition approximative.

En entendant ce programme d'étude, vous vous êtes peut-être dit que ce n'était pas de la minéralogie et que le cours devrait porter un autre nom.

Constatons d'abord qu'il ne peut se rattacher qu'à la minéralogie ou à la géologie ; par conséquent je n'usurpe pas le domaine d'un de mes collègues.

D'autre part la minéralogie doit comprendre toutes les substances minérales trouvées dans la nature, qu'elles soient solides ou liquides, cristallisées ou amorphes. C'est

comme cela que les minéralogistes du siècle dernier comprenaient la science.

Pour Hauÿ la houille, l'argile, le pétrole, l'asphalte rentrent encore dans la minéralogie ; il leur consacre un chapitre de son traité de minéralogie comme au calcaire, au gypse, au feldspath ou au quarz.

Mais cet illustre savant qui avait découvert les relations de forme des cristaux d'une même espèce minérale, devait naturellement donner une attention beaucoup plus grande aux minéraux susceptibles de cristalliser et aux variétés cristallisées de ces minéraux.

Ses successeurs suivirent son exemple, mais firent une place de plus en plus prépondérante à la cristallographie. Actuellement, pour beaucoup de savants, la minéralogie est devenue presque synonyme de la cristallographie. La majeure partie d'un cours de minéralogie devrait selon eux être employée à l'étude de la structure cristalline et de ses propriétés physiques : à peine quelques leçons pourraient-elles être consacrées aux principales espèces minérales. C'est une façon de comprendre la minéralogie en mathématicien et en physicien, mais non en naturaliste. L'enseignement ainsi entendu n'est pas toujours très profitable aux élèves, aussi la minéralogie est-elle dans plusieurs Facultés françaises considérée comme une quantité négligeable. Il n'en a jamais été de même à Lille, où l'étude des espèces minérales cristallisées a toujours fait l'objet de très nombreuses leçons, et où, je dois rendre cet hommage à mes anciens élèves, la minéralogie était aimée et travaillée.

Je n'aurai garde d'abandonner un enseignement que m'a donné des résultats si satisfaisants. Une des deux années de notre cycle d'études lui sera consacrée. Mais la minéralogie limitée aux cristaux naturels ne présente pas beaucoup d'applications.

Du moment que la Faculté voulait organiser un enseignement appliqué, il était nécessaire d'entretenir les élèves des matières premières que l'industrie puise dans le monde minéral et l'on ne pouvait rattacher cette étude qu'à la minéralogie ou à la géologie.

Or la géologie telle qu'elle s'enseigne pour la licence, sort des méthodes et des préoccupations de l'enseignement industriel. Elle a principalement pour but l'histoire de la terre. Elle doit expliquer l'origine des diverses couches qui la constituent, déterminer leur âge et établir la succession des êtres organisés qui y ont vécu. Pour cela la connaissance de la paléontologie lui est absolument nécessaire. La géologie entraîne donc avec elle une foule de connaissances, dont l'industriel n'a pas immédiatement besoin. Elle serait absolument nécessaire si le but de notre enseignement était d'apprendre à rechercher les matières utiles. La recherche des minerais, l'établissement d'une mine, ou même d'une carrière sont du ressort de la géologie. Mais tel n'est pas notre but. Nous n'aurons que quelques notions à demander à la géologie sur le gisement des minéraux et encore ce sera presque toujours à la géologie locale qui est très simple.

D'un autre côté la minéralogie, même la cristallographie, se relient intimement aux études chimiques et physiques, que doivent faire les industriels. Dès lors il n'y avait pas à hésiter et le cours sur les matières premières minérales devait être rattaché au cours de minéralogie.

Nous aurons peut-être à Lille un enseignement minéralogique spécial, différent de celui des autres Universités, mais je suis convaincu qu'il rendra service et qu'il sera un adjuvant important de l'enseignement des sciences appliquées que nous organisons.

M. Ch. Barrois fait la communication suivante :

Sur les
Phénomènes littoraux actuels du Morbihan
par Charles Barrois

(Planches IV et V)

SOMMAIRE

1. *Des sédiments qui se forment de nos jours sur les côtes du Morbihan, leur variété et leur répartition.* — Sédiments clastiques : galets, sables à gemmes, sables quarzeux, sables vaseux, vases argileuses — Sédiments organiques : marnes, crag calcaire, tourbes. — Sédiments chimiques : chlorure de sodium, sulfate de chaux — Sédiments éoliens : sables des dunes.

2 *De la topographie des dépôts littoraux du Morbihan et de ses causes.* Importance des sédiments clastiques pour la topographie. — Description de la topographie sous-marine du Morbraz. — Complexité du delta confluent de Loire-et-Vilaine. — Contribution de la Loire à l'envasement du Morbraz. — Contribution de la Vilaine à cet envasement. — Action inverse des rias dans les baies de Quiberon et de Bourgneuf et des chasses de leur embouchure. Application de ces données aux contours paléo-géographiques.

INTRODUCTION

Divers géographes ont déjà exprimé cette idée, que l'océan et le continent se disputaient encore la prédominance dans e Morbihan, sous le niveau des mers, tant la terre et l'eau leur paraissaient entrelacées parmi les îlots de cet archipel ; tour-à-tour en effet, et selon la marée, on voit s'agrandir ou décroître, s'allonger et se souder par des bancs de vase noirâtre et des épis caillouteux, ou s'entourer d'eaux courantes, les promontoires ou les baies, les îles ou les innombrables découpures de ces côtes,

Les sédiments qui se forment sous ces eaux vertes du Morbihan, dans ce décor toujours changeant, ont cependant été peu étudiés, relativement à leur mode de répartition et à ses causes. L'excellente *Lithologie du fond des mers* de Delesse (1) n'a pas épuisé le sujet. Des formations d'origine clastique entraînées par les vents, les pluies ou les courants, s'accumulent dans les dépressions de ces côtes, en même temps qu'y cristallisent des précipités chimiques ; et la nature organique, toujours active, y prépare de son coté, des dépôts calcaires ou tourbeux, résultat de l'accumulation de débris animaux ou végétaux. Il semble que cet espace restreint montre ainsi réunis tous les sédiments les plus divers par leur origine et leur composition chimique, et qu'ainsi il soit merveilleusement disposé pour révéler au naturaliste, comment se formaient aux époques géologiques des faciès synchroniques, différents par leur composition et par leur faune.

Nous ne nous bornerons pas toutefois dans cette note. à l'étude des sédiments du Morbihan proprement-dit ; nous devrons sortir de ce *Mor-bihan* ou *petite-mer*, ainsi nommee par comparaison avec le *Mor-braz* ou *grande-mer*, par es habitants de l'Armorique, pour rechercher les relations de ces sédiments avec ceux du *Morbraz* lui-même. Cette mer, externe par rapport au Morbihan, et comme elle, en voie d'envasement, n'en diffère guère que par ses dimensions plus considérables, s'étendant de la baie de Quiberon à la baie de Bourgneuf : c'est de même une mer intérieure, encombrée d'îlots, mais ici la mer a pris le pas sur la terre, très réduite. Le Morbraz a peut-être été vu à l'état d'archipel, par les Celtes qui construisaient leurs demeures dans le Morbihan à l'état de lagune ? C'est la mer des Vénètes, combattus par César.

---

(1) DELESSE : Lithologie du fond des mers, Paris, Lacroix 1871 p. 172.

Les caractères topographiques de cette mer et les particularités de sa sédimentation que nous ferons ressortir dans les pages suivantes, lui assurent une individualité suffisante pour qu'il soit permis de la distinguer ici par un nom propre, de l'Océan, avec lequel elle communique librement au large de Belle-Ile.

§ 1.

DES SÉDIMENTS QUI SE FORMENT DE NOS JOURS SUR LES COTES MORBIHANNAISES ET DE LEUR RÉPARTITION

Galets : Des galets se forment en de nombreux points de ces côtes ; on y reconnaît les débris des roches qui constituent les falaises de la région, et notamment des plus dures, granite, pegmatite, gneiss, pyroxénite et quarz. Quelques cailloux étrangers s'y trouvent associés, repris dans d'anciennes plages soulevées, datant d'époques antérieures. La grosseur des galets est aussi variable que leur composition lithologique, elle change suivant les points où on les trouve : leur forme présente les modifications les plus étendues ; parfois ellipsoïdaux, ils sont plus souvent aplatis, ovalaires, allongés suivant l'une de leurs dimensions, et quelquefois même restent exactement polyédriques. Ils offrent leurs formes les plus globuleuses près de Berder, l'île Longue, la Calebasse, au voisinage des grands courants ; par contre, les éboulis fendillés du granite paraissent conserver indéfiniment leurs arêtes sur les plages d'Iluric et îlots voisins, où le courant est impuissant à les rouler. On trouve à la fois sur ces côtes, mais en des points divers, des galets roulés et des galets polyédriques à angles à peine émoussés, toutes ces formes étant cependant dûes à un même agent, qui est le courant de marée, aidé du jeu des lames. C'est à l'action de ces lames qui soulèvent et roulent le galet sur les

plages maritimes qu'il faut attribuer le poli de leurs surfaces ; on n'en trouve pas sur ces côtes de semblables à ces galets de la Loire, déjà cités par M. Partiot [1], qui remués seulement en temps de crue, sont polis en dessus et rugueux en dessous, parce qu'immobiles pendant les basses eaux, ils subîssent alors sur une seule face seulement, le frottement du sable qui passe sur eux et qui les use.

On trouve des galets dans le Morbihan et le Morbraz partout où des courants atteignant la vitesse de 2 nœuds déplacent des fragments rocheux, pour les laisser tomber ensuite quand les circonstances topographiques le permettent. Ces circonstances sont réalisées quand le frottement du fond ou des rives amortit suffisamment la vitesse du courant, ce qui arrive habituellement à l'abri des caps, ou à l'entrée des anses, où se trouvent par suite les accumulations de galets.

On les observe encore au confluent de deux courants, comme dans l'angle compris entre les rivières de Vannes et d'Auray, où la rencontre de ces masses liquides détermine un remous, un ralentissement de vitesse, et une pluie locale de galets, jusqu'au point où leurs eaux confondues coulent parallèlement avec une vitesse accélérée.

Des levées de galets se forment enfin sous le vent de rochers isolés, servant d'appui (la Calebasse). En général, les levées de galets sont très localisées dans la région, et beaucoup plus clairsemées qu'en beaucoup d'autres littoraux bretons : elles n'y donnent naissance qu'à un petit nombre de flèches et de bancs, et le seul cordon littoral important est celui que recouvre la dune de Quiberon. Elles se montrent orientées dans toutes les directions de la boussole, sans relation avec les courants

(1) Partiot : Ann. des Ponts et Chaussées 1871, p. 248.

généraux du golfe, mais avec des remous propres à chaque anse, partout où la vitesse d'un courant est brusquement amortie.

La plupart des gros galets se trouvent dans la partie supérieure des talus ; l'impulsion de la vague est moindre dans le mouvement rétrograde que dans le mouvement d'ascension, comme l'avait fait remarquer déjà Durocher [1], dans son excellent mémoire sur les *phénomènes littoraux de la Bretagne*, et par suite les blocs et beaucoup de gros fragments qui ont été amenés par les flots et ont acquis une position d'équilibre, doivent rester en place, n'étant plus poussés par derrière.

Sables : Des sables de composition très variée forment des grèves en nombre de baies, et toute une zône de dépôts littoraux en mer ; ils sont plus ou moins mélangés d'argile suivant les circonstances, et se répartissent en sables grossiers, sables fins, sables vaseux. Ils proviennent de la désagrégation des roches granitiques ou gneissiques et de la trituration des galets ; leur composition minéralogique varie selon la nature des roches qui leur ont donné naissance, mais elle tend en raison de leur mélange, à prendre une composition moyenne uniforme.

On peut classer ces sables en 2 groupes principaux : celui des *sables quarzeux* et celui des *sables à gemmes*.

Sables quarzeux : Ces sables, débris des éléments les plus résistants des roches prédominantes de la région, gneiss et granites, sont essentiellement formés de grains de quarz de grosseur variable, avec abondantes paillettes de mica et argile résultant de la décomposition des feldspaths. Ils sont plus ou moins vaseux suivant les gisements, et permettent de reconnaître associés au quarz,

(1) Durocher : Bull. soc. géol. de France, 2e sér. T. VI. 1849, p. 197.

des grains de feldspath, de mica ; la muscovite est l'élément prédominant dans l'anse de Cornault, la biotite abonde dans la baie d'Abraham, parfois les petites esquilles de schiste sont en grand nombre au sud de la presqu'île de Rhuis (Cornault, etc.).

Ces sables ont été étudiés avec attention par Delesse [1]; il indique à Saint-Nazaire en outre du quarz hyalin, des fragments anguleux de feldspath, de pétrosilex, de mica argenté et brun, de silex, de lydienne noire, du grenat, quelque grains de péridot fournis par les roches volcaniques d'Auvergne, et enfin environ 6 °/₀ de carbonate de chaux. Tous les sables quarzeux du Morbraz contiendraient de même du carbonate de chaux d'après les analyses de Delesse [2], mais en faibles proportions (1 à 5 °/₀) ; les sables fins, plus riches en carbonate de chaux, mériteraient plutôt le nom de vases. Le fait dominant est la dissémination du carbonate de chaux dans tous les sédiments fins de la côte bretonne ; on doit à Delesse cette observation intéressante que la proportion en est inégale dans les sables vaseux à droite et à gauche de l'embouchûre de la Loire, étant 5 fois plus grande sur le rivage de gauche, que sur celui de droite.

Sables à gemmes : Les sables à gemmes ont déjà attiré l'attention de Durocher [3], Delesse [4], et de MM. de Limur [5], Bréon [6], Thoulet [7] qui y ont reconnu en proportions variables les éléments suivants : fer oxydulé,

---

(1) DELESSE : Lithologie du fond des mers 1871, p. 200.

(2) DELESSE : Tableau p. 63.

(3) DUROCHER : Comptes Rendus Ac. Sc. 1851, p. 902.

(4) DELESSE : Lithologie du fond des mers 1871, p. 2[illegible]1.

(5) DE LIMUR : Catalogue raisonné des minéraux du Morbihan, Vannes 1884, p. 44.

(6) BRÉON : Bull. soc. miner. France, T. 3. 1880, p. 46.

(7) THOULET : Thèse inaugurale, Paris 1880, p. 14.

fer titané, grenat, staurotide, amphibole, glaucophane, sphène, pyroxène, andalousite, zircon, épidote, mica blanc, quarz, feldspath, cassitérite, saphir, or natif, platine.

On les trouve répandus en un assez grand nombre de points sur ces côtes ; les gisements les plus souvent cités sont les grèves de Penestin, sous les rochers des Demoiselles, la pointe des Poulains à Belle-Ile, les plages de Houat : ils y sont inégalement répartis, selon les saisons et l'état des courants, mais disposés en général sous forme d'un cordon littoral, dessinant sur les grèves de sables quarzeux blanchâtre et vers la limite des hautes mers un ruban coloré, tantôt rouge, vert ou bleu d'acier, variable comme les teintes des minéraux constituants, prédominants. Il occupe dans ces baies la position habituelle des cordons de galets, adossés au revers des caps, dans les points où les courants littoraux les plus rapides sont venus s'amortir : ils y dessinent des ondes concaves vers la mer, reproduisant les courbes des lames qui déferlent sur le rivage, ou s'alignent suivant des rigoles rayonnantes, descendant vers le large, entrainés par les ruisselets d'eau douce ou les remous de l'eau marine. Le mode de leur répartition soulève cependant un problème intéressant, car ils sont disséminés en nombre de grèves, loin de leur gisement initial.

Le gisement de ces gemmes ainsi entrainées et remaniées par les eaux actuelles, se trouve en place dans les roches anciennes de la région, comme nous avons pu le constater à la suite de Durocher. Cet excellent observateur les avait reconnus à l'embouchure de la Vilaine, près du passage de Tréhiguier, en lits ou plaquettes interstratifiés dans les amphibolites épidotifères et grenatifères qui y présentent un si beau développement. On les trouve également dans les mêmes conditions, en lentilles, dans les schistes cristallins de l'île de Groix.

Leur dissémination actuelle sur les grèves de l'île de Groix et sur celles qui encadrent l'estuaire de la Vilaine paraît s'expliquer par le jeu normal des marées : il ne semble pas toutefois que les minéraux lourds arrachés aux falaises par les lames se déposent sur les grèves les plus proches. Déjà M. de Limur (1) avait fait remarquer à la suite d'intéressantes recherches expérimentales, que les minéraux lourds de la grève de Penestin ne descendaient point tous de la falaise voisine et que le flot en apportait du large après les grandes marées d'équinoxe. Il avait même cru devoir en conclure que les minéraux ainsi apportés étaient arrachés par les eaux de la mer à des affleurements rocheux sous-marins ?

Les observations récentes ont montré que loin d'être localisés aux plages de Penestin et de Groix, ces sables à gemmes se retrouvent en nombre de points, comme à la Pointe des Poulains à Belle-Ile, sur les grèves de Houat, de Hœdic, de Dumet, de l'Ile aux Chevaux, et d'une manière générale en tous les îlots à l'ouest de la Vilaine, bien que les schistes cristallifères à minéraux lourds n'existent en place, en aucun de ces points. On pourrait supposer il est vrai, que le gisement de ces lentilles cristallines dans les épaisses assises des schistes de Belle-Ile et de Dumet aient échappé à nos investigations, mais il n'en saurait être de même pour les îlots granulitiques de Houat, Hœdic, Ile aux Chevaux, où la granulite grenue, massive, dépourvue ou au moins très peu chargée d'enclaves micaschisteuses, ne contient aucun des minéraux des sables à gemmes. Il semble donc nécessaire d'admettre leur dissémination actuelle très récente sur les grèves de la baie de Quiberon et leur localisation dans cette baie, disposition qui permet

(1) DE LIMUR : Notice sur les gisements de l'étain en Bretagne ; Bull. soc. polymath. du Morbihan, 2e sem. 1878.

d'attribuer leur répartition à l'action des eaux qui descendent de la Vilaine avec le reflux.

La vitesse nécessaire pour le transport par les eaux de ces sables lourds, à grains de 1 à 2^{mm}, et de densité moyenne double de celle du quarz, serait moins de deux fois celle qui charrie les grains de quarz, d'après les expériences de M. Thoulet [1]. Par suite, un courant de 1 nœud suffirait pour transporter des grains de 0,0017 de diamètre, de densité = 4, même dans l'eau douce; or cette vitesse est dépassée par les eaux marines du Morbraz qui atteignent presque une vitesse double. Ces sables à gemmes circulent à la façon des galets ; ils représenteraient les premiers sédiments déposés lors du jusant de Vilaine, et leur dépôt serait limité au voisinage des points, îles et écueils, où la vitesse du courant serait d'abord amortie. Restés en mouvement et peut-être en suspension, à la traversée des passages profonds, ils sont tombés sur les écueils et les bancs sous-marins, partout où la force vive de l'eau en mouvement ne suffisait plus pour empêcher leur chûte.

Les sables quarzeux et les vases plus légères ne se sont déposés que plus tard, dans les profondeurs et les anses abritées, dans des eaux moins profondes et plus calmes, à mesure que l'on approchait du moment du flot. Ainsi le jeu normal des marées explique simplement, en dehors de toute considération hypothétique, la présence et la dissémination des sables à gemmes dans le N. du Morbraz ; on les suit depuis leur gisement originel à l'embouchure de la Vilaine, sur les bords de tous les écueils parsemés sur cette côte, jusqu'à une distance de 30 kil. au large : c'est donc jusqu'à cette distance de 30 k. que l'on peut distinguer les apports propres de cette rivière.

---

(1) THOULET : Annal. des mines 1883. p. 19.

Nous noterons en terminant, que les falaises voisines de l'embouchure de la Vilaine, source présumée de toutes ces gemmes, sont précisément le point de la côte bretonne où l'abrasion marine exercée par le flux et le reflux atteint son maximum : c'est ce qu'attestent à la fois l'observation directe, ainsi que nos mesures, encore trop incomplètes pour être publiées, et la comparaison enfin de l'état actuel du terrain avec les plans déjà anciens du cadastre.

Sables des dunes : En outre des sables à gemmes et des sables quarzeux plus ou moins vaseux, déposés par les eaux sous l'action des rivières et de la marée, on distingue sur toutes ces côtes une formation importante de dunes. Le quarz en est l'élément essentiel ; mais elles se distinguent nettement de la plupart des autres dunes françaises, par l'abondance des débris coquilliers qu'on y rencontre, et qui déterminent une teneur élevée en carbonate de chaux, s'élevant de 10 à 30 °/₀ d'après les tableaux de Delesse [1].

Le courant d'air comme le courant d'eau roule les grains de sable sur le sol, ou tantôt les transporte suspendus dans sa masse. La direction dominante de ce courant descend du N. W., si l'on en juge par la déviation des arbres vers le S.-E., et par la direction de l'allongement des massifs sableux. Des observations directes faites d'ailleurs par M. Joly [2] ont montré que les vents du quadrant N.-W. à S.-W. soufflent en moyenne 200 jours par an, et les vents d'est (N.-E. à S.-E.) environ 100 jours.

Ces vents sont sensiblement dirigés suivant l'axe de la Loire ; les vents d'ouest tendent à relever le niveau de l'eau ; les vents d'est ont au contraire pour effet de les

(1) Delesse : Lithologie du fond des mers, 1871, p. 12.
(2) Joly : Port de Nantes, 1879, p. 251.

abaisser et les différences qu'ils produisent sur le niveau normal de la marée peut atteindre 0,50. Ainsi après un coup de vent d'ouest, on voit assécher sur les rives, à l'abri des marées suivantes, une tranche fraîche de matière solide de 0. à 0.50 de hauteur ; il en est encore de même après les grandes marées, et aussi lors des crues du fleuve. Ce sont ces sables de la Loire ou de la Vilaine, ainsi rejetés à sec par la mer sur le talus du rivage, qui chassés par le vent, vont s'entasser lorsqu'ils s'arrêtent, sous forme de dunes.

Ainsi le vent reprend à nouveau tout ce qui a échappé à la trituration par les flots, et il contribue pour sa part, à la prédominance des fins sédiments vaseux dans les fonds. Les courants de marée apportent les sédiments de la Vilaine et de la Loire jusqu'au nord de la baie de Quiberon : les vents les reprennent à l'extrémité de cette baie pour les reporter jusqu'à l'embouchure de la Loire et sur tous les îlots de la baie.

Les dunes présentent en la région une distribution superficielle très étendue, sous forme de massifs littoraux généralement allongés dans une même direction dominante du N.-W. au S.-E., et répartis sur la côte continentale, aussi bien que sur les îlots du large (Houat, Hœdic) et même sur ceux de l'intérieur (Godec, Iluric). Les masses les plus importantes sont celles qui relient la presqu'île de Quiberon à la terre ferme, et encore celles des environs d'Escoublac, qui ensevelirent l'ancien bourg de ce nom, vers la fin du siècle dernier. De nos jours, l'emplacement de ce vieux bourg n'est plus indiqué que par la présence au milieu des plantations de pins, qui ont fixé la dune, de quelques arbres fruitiers, descendants probables de ceux qui périrent.

La forme de ces massifs sableux, allongés du N.-W. au S.-E. permet d'attribuer leur formation à l'action des

vents de N.-W. venus du large, chassant devant eux les sables asséchés. La dune dont la présence est la plus inattendue est celle de Donan au N.-W. de Belle-Ile, car de ce côté on descend de suite dans des fonds de plus de 20m, qui à part un mince cordon littoral de débris coquilliers échappent toujours à l'action du vent, et au large il n'est plus de terre où les vents puissent se charger. Aussi dépend-elle essentiellement d'apports coquilliers, comme le prouve la forte proportion de carbonate de chaux qu'on y rencontre, et qui atteint 70 %.

Tandis que les eaux déposent leurs sédiments sableux sous forme de grèves au S.-E. des îles et des caps (Hœdic, Houat, Quiberon), à l'abri des vents de N.-W. et de W., les grandes dunes se forment sous l'influence du vent de N.-W., au N.-W. des terres émergées, dès qu'ils se ralentissent en frottant sur un fond plus résistant.

Vases : Une vase gris-bleuâtre homogène, sableuse où tantôt argileuse, constitue le dépôt le plus répandu des côtes bretonnes, de Quiberon à la baie de Bourgneuf : elle ne se distingue que par une teneur en carbonate de chaux un peu plus forte, des vases que l'on drague dans la Loire, ou que l'on observe sur les îles et sur toutes les rives de ce fleuve. Dans ces dépôts littoraux, le carbonate de chaux est en proportions variables de 10 à 50 % et la roche passe ainsi insensiblement à de véritables marnes [1]. Beaucoup d'échantillons, donnent d'après Delesse [2], lorsqu'ils sont attaqués par l'acide chlorhydrique, un dégagement plus où moins fort d'hydrogène sulfuré.

Ces vases présentent dans les grandes tranchées qui y ont été ouvertes, aux environs de Saint-Nazaire, une succession de petits lits horizontaux de sable, d'argile, de

---

(1) DELESSE : Lithologie du fond des mers, p. 63.
(2) DELESSE : id. p. 33.

débris végétaux épais de 0,003 et assez réguliers parfois pour avoir fourni les données du chronomètre préhistorique, proposé par M. Kerviler, dans ses études sur cette région. La composition des vases varie donc non seulement horizontalement, en divers points des côtes, mais aussi en un même point, suivant une direction verticale : on constate d'ailleurs à l'embouchure de la Loire que les vases sableuses sont plus fines sur les bancs qu'à leur pied.

Ces vases uniformément formées du résidu de la trituration et de la décomposition des roches feldspathiques de la région, diffèrent donc entre elles à la fois par la grosseur et par les proportions relatives des éléments constituants : elles sont en outre imprégnées dans la région littorale des divers sels qui se trouvaient en solution dans les eaux de la mer. Delesse (1) a déjà fait ressortir combien ces vases avaient de tendance à s'emparer des matières salines ou organiques, et a montré que plus elles étaient à grains fins, plus elles retenaient de matières solubles dans l'eau.

Leur répartition géographique est très étendue ; déposées uniformément lors de l'étale, ces matières fines sont entraînées lorsque l'action du jusant se fait sentir, et elles ne demeurent qu'en des points spéciaux, bancs, anses, fonds, où le jusant ne peut atteindre une vitesse appréciable. Par suite de ce mécanisme, la vase s'accumule dans les anses abritées en dehors des courants de jusant, ou dans des fonds faisant office de lacs, où la vitesse du courant descend bien en dessous de ½ nœud par heure.

Elles forment des roches assez différentes, suivant leur degré de finesse, ou leur mélange à des sables de grosseur variée, ou à des galets ; mais ces différences lithologiques nous ont offert un moindre intérêt que leurs différences

(1) l. c. page 8.

bathymétriques. Celles-ci en effet entraînent d'importantes conséquences sur la répartition de la faune. Deux faunes très distinctes établissent leur habitat sur ces vases, celle qui accompagne les bancs d'huîtres et celle qui habite les prairies de zostères.

Ces faunes exercent une action considérable sur les dépots, car elles déterminent la formation de deux sédiments vaseux de composition chimique absolument distincte : l'un *calcareux*, l'autre *tourbeux*.

Vases calcareuses : Les vases calcareuses passant aux marnes, doivent cette composition aux débris des coquilles qu'elles contiennent. Quand on considère combien les êtres organisés excellent à extraire du milieu où ils vivent des substances que la chimie parvient à peine à décéler qualitativement, on comprend l'importance du rôle géologique des mollusques et des foraminifères. qui fixent dans leurs tissus et par suite dans les points où leurs bancs s'accumulent, la plus grande partie de la chaux qui se trouve en dissolution, dans les eaux du Morbihan, si pauvres en calcaire.

Les vases du Morbraz et notamment celles de la baie de Bourgneuf, formées tranquillement, contiennent en abondance des coquilles calcaires de foraminifères *(Polystomella, Rotalia, Miliola)*, des entomostracés, des bryozoaires; ailleurs dominent les débris de mollusques (huîtres et moules) et on peut évaluer à 50.000 tonnes le poids de calcaire enlevé annuellement au Morbraz par le commerce des huîtres. Ces huîtres ne sont pas disséminées dans cette étendue, étant limitées aux fonds de sable vaseux ou rocheux, à l'abri de la vase et du galet, fonds qui ne découvrent qu'exceptionnellement lors des grandes marées. Leurs bancs, lorsqu'elles ne sont pas parquées s'allongent souvent suivant les courants. Grâce aux caractères de cette faune, un dépôt riche en carbonate de chaux se fait dans

le Morbraz, en nombre de points abrités, par les fonds de 5 à 70^{m} : sa répartition a été donnée par Delesse dans une planche (Pl. A) de sa *Lithologie du fond des mers*, véritable monographie de la répartition du carbonate de chaux dans les dépôts littoraux actuels.

Vases tourbeuses : Mais les huîtres ne prospèrent plus dans les fonds qui découvrent tous les jours, aux niveaux de 1 à 5^{m} ; c'est ici le domaine d'une faune nouvelle, celle qui sur les fonds vaseux se plaît parmi les prairies de zostères. C'est là que se développent les annélides, divers radiaires, et autres animaux qui ne s'assimilent guère de calcaire. Le sédiment y devient **vaso-tourbeux ;** la composition du sédiment est spéciale dans les fonds vaseux où croissent les zostères et où diminue rapidement la teneur en carbonate de chaux.

Ces plantes croissent en grand nombre dans le Morbihan, sur les fonds de vase, qui découvrent à chaque marée et jusque près le niveau des hautes mers. Il leur suffit pour vivre d'être recouverts à chaque marée par l'eau salée, pendant une couple d'heures, et bientôt elles y transforment en prairies la surface des bancs de vase. Un véritable tapis les recouvre alors, tapis protecteur, formé de feuilles de zostères, en lanières fasciculées, serrées, flexibles et résistantes, qui ont pour effet de fixer les particules boueuses les plus tenues et pour résultat d'amortir considérablement les courants de marée qui viennent les balayer. La marée s'y élève donc avec une vitesse très amoindrie, et les boues en suspension, les débris organiques légers, les bois flottés, viennent se concentrer à marée montante et se fixer dans ces régions tranquilles, en dehors des courants rapides. Loin d'arrêter la croissance du banc qu'elles ont fixé, les zostères favorisent à la fois son développement en fixant les parties existantes et en arrêtant entre leurs feuilles et leurs

rhizômes les particules entraînées par la pesanteur. Il s'établit de la sorte une véritable filtration, avec précipitation des troubles, quand une eau boueuse traverse la prairie de zostères, à feuilles longues de plusieurs mètres. La continuation de ce processus exhausse graduellement le sol, et la prairie de zostères s'élève ainsi graduellement relativement au niveau moyen de la mer. Tandis que primitivement, elle ne découvrait qu'au moment de la basse mer, où lors des grandes marées, elle émerge chaque jour plus longtemps, elle assèche à chaque marée, et de plus en plus, jusqu'à ce qu'enfin les plantes dépérissent, leurs feuilles n'atteignent plus la même longueur, elles se réduisent à quelques centimètres, les rhizômes deviennent plus clairsemés, plus rares. Le sable soulevé par les vents envahit bientôt ce sol exondé, humide, où le retiennent encore les dernières feuilles des zostères ; d'autres plantes terrestres croissent souvent alors, joncs et autres formes qui s'accomodent des eaux saumâtres et qui accélèrent la transformation des anciennes baies en marécage et en terres fermes. L'accumulation des détritus végétaux, conservés à l'abri de l'air, dans ces tourbières marines, finit par les élever au-dessus du niveau ordinaire des eaux, et de grands arbres dont on retrouve parfois les racines et les troncs ont pu pousser sur le sol, sans qu'il ait subi d'autre dénivellation.

Parfois des dunes ont pu se former sur les débris de la prairie de zostères. Si on creuse sous ces dunes, on trouve une vase noire, riche en matières organiques, où l'on reconnaît les débris des feuilles et des rhizomes des zostères qui lui ont donné naissance, mélangés à divers autres débris végétaux. Nombre des tourbières littorales de la région, nombre des forêts submergées de nos côtes, n'ont probablement pas une autre origine.

Derrière la dune, ou dans la tourbière, la mer reprend

généraux du golfe, mais avec des remous propres à chaque anse, partout où la vitesse d'un courant est brusquement amortie.

La plupart des gros galets se trouvent dans la partie supérieure des talus ; l'impulsion de la vague est moindre dans le mouvement rétrograde que dans le mouvement d'ascension, comme l'avait fait remarquer déjà Durocher [1], dans son excellent mémoire sur les *phénomènes littoraux de la Bretagne*, et par suite les blocs et beaucoup de gros fragments qui ont été amenés par les flots et ont acquis une position d'équilibre, doivent rester en place, n'étant plus poussés par derrière.

Sables : Des sables de composition très variée forment des grèves en nombre de baies, et toute une zône de dépôts littoraux en mer ; ils sont plus ou moins mélangés d'argile suivant les circonstances, et se répartissent en sables grossiers, sables fins, sables vaseux. Ils proviennent de la désagrégation des roches granitiques ou gneissiques et de la trituration des galets ; leur composition minéralogique varie selon la nature des roches qui leur ont donné naissance, mais elle tend en raison de leur mélange, à prendre une composition moyenne uniforme.

On peut classer ces sables en 2 groupes principaux : celui des *sables quarzeux* et celui des *sables à gemmes*.

Sables quarzeux : Ces sables, débris des éléments les plus résistants des roches prédominantes de la région, gneiss et granites, sont essentiellement formés de grains de quarz de grosseur variable, avec abondantes paillettes de mica et argile résultant de la décomposition des feldspaths. Ils sont plus ou moins vaseux suivant les gisements, et permettent de reconnaître associés au quarz,

---

(1) DUROCHER : Bull. soc. géol. de France, 2e sér. T. VI. 1849, p. 197.

des grains de feldspath, de mica ; la muscovite est l'élément prédominant dans l'anse de Cornault, la biotite abonde dans la baie d'Abraham, parfois les petites esquilles de schiste sont en grand nombre au sud de la presqu'île de Rhuis (Cornault, etc.).

Ces sables ont été étudiés avec attention par Delesse [1]; il indique à Saint-Nazaire en outre du quarz hyalin, des fragments anguleux de feldspath, de pétrosilex, de mica argenté et brun, de silex, de lydienne noire, du grenat, quelque grains de péridot fournis par les roches volcaniques d'Auvergne, et enfin environ 6 °/₀ de carbonate de chaux. Tous les sables quarzeux du Morbraz contiendraient de même du carbonate de chaux d'après les analyses de Delesse [2], mais en faibles proportions (1 à 5 °/₀) ; les sables fins, plus riches en carbonate de chaux, mériteraient plutôt le nom de vases. Le fait dominant est la dissémination du carbonate de chaux dans tous les sédiments fins de la côte bretonne ; on doit à Delesse cette observation intéressante que la proportion en est inégale dans les sables vaseux à droite et à gauche de l'embouchûre de la Loire, étant 5 fois plus grande sur le rivage de gauche, que sur celui de droite.

Sables à gemmes : Les sables à gemmes ont déjà attiré l'attention de Durocher [3], Delesse [4], et de MM. de Limur [5], Bréon [6], Thoulet [7] qui y ont reconnu en proportions variables les éléments suivants : fer oxydulé,

---

(1) DELESSE : Lithologie du fond des mers 1871, p. 200.
(2) DELESSE : Tableau p. 63.
(3) DUROCHER : Comptes Rendus Ac. Sc. 1851, p. 902.
(4) DELESSE : Lithologie du fond des mers 1871, p. 2·1.
(5) DE LIMUR : Catalogue raisonné des minéraux du Morbihan, Vannes 1884, p. 44.
(6) BRÉON : Bull. soc. miner. France, T. 3. 1830, p. 46.
(7) THOULET : Thèse inaugurale, Paris 1880, p. 14.

fer titané, grenat, staurotide, amphibole, glaucophane, sphène, pyroxène, andalousite, zircon, épidote, mica blanc, quarz, feldspath, cassitérite, saphir, or natif, platine.

On les trouve répandus en un assez grand nombre de points sur ces côtes ; les gisements les plus souvent cités sont les grèves de Penestin, sous les rochers des Demoiselles, la pointe des Poulains à Belle-Ile, les plages de Houat : ils y sont inégalement répartis, selon les saisons et l'état des courants, mais disposés en général sous forme d'un cordon littoral, dessinant sur les grèves de sables quarzeux blanchâtre et vers la limite des hautes mers un ruban coloré, tantôt rouge, vert ou bleu d'acier, variable comme les teintes des minéraux constituants, prédominants. Il occupe dans ces baies la position habituelle des cordons de galets, adossés au revers des caps, dans les points où les courants littoraux les plus rapides sont venus s'amortir : ils y dessinent des ondes concaves vers la mer, reproduisant les courbes des lames qui déferlent sur le rivage, ou s'alignent suivant des rigoles rayonnantes, descendant vers le large, entraînés par les ruisselets d'eau douce ou les remous de l'eau marine. Le mode de leur répartition soulève cependant un problème intéressant, car ils sont disséminés en nombre de grèves, loin de leur gisement initial.

Le gisement de ces gemmes ainsi entrainées et remaniées par les eaux actuelles, se trouve en place dans les roches anciennes de la région, comme nous avons pu le constater à la suite de Durocher. Cet excellent observateur les avait reconnus à l'embouchure de la Vilaine, près du passage de Tréhiguier, en lits ou plaquettes interstratifiés dans les amphibolites epidotifères et grenatifères qui y presentent un si beau developpement. On les trouve également dans les mêmes conditions, en lentilles, dans les schistes cristallifères de l'île de Groix.

Leur dissémination actuelle sur les grèves de l'île de Groix et sur celles qui encadrent l'estuaire de la Vilaine paraît s'expliquer par le jeu normal des marées : il ne semble pas toutefois que les minéraux lourds arrachés aux falaises par les lames se déposent sur les grèves les plus proches. Déjà M. de Limur [1] avait fait remarquer à la suite d'intéressantes recherches expérimentales, que les minéraux lourds de la grève de Penestin ne descendaient point tous de la falaise voisine et que le flot en apportait du large après les grandes marées d'équinoxe. Il avait même cru devoir en conclure que les minéraux ainsi apportés étaient arrachés par les eaux de la mer à des affleurements rocheux sous-marins ?

Les observations récentes ont montré que loin d'être localisés aux plages de Penestin et de Groix, ces sables à gemmes se retrouvent en nombre de points, comme à la Pointe des Poulains à Belle-Ile, sur les grèves de Houat, de Hœdic, de Dumet, de l'Ile aux Chevaux, et d'une manière générale en tous les îlots à l'ouest de la Vilaine, bien que les schistes cristallifères à minéraux lourds n'existent en place, en aucun de ces points. On pourrait supposer il est vrai, que le gisement de ces lentilles cristallines dans les épaisses assises des schistes de Belle-Ile et de Dumet aient échappé à nos investigations, mais il n'en saurait être de même pour les îlots granulitiques de Houat, Hœdic, Ile aux Chevaux, où la granulite grenue, massive, dépourvue ou au moins très peu chargée d'enclaves micaschisteuses, ne contient aucun des minéraux des sables à gemmes. Il semble donc nécessaire d'admettre leur dissémination actuelle très récente sur les grèves de la baie de Quiberon et leur localisation dans cette baie, disposition qui permet

(1) DE LIMUR : Notice sur les gisements de l'étain en Bretagne ; Bull. soc. polymath. du Morbihan, 2e sem. 1878.

d'attribuer leur répartition à l'action des eaux qui descendent de la Vilaine avec le reflux.

La vitesse nécessaire pour le transport par les eaux de ces sables lourds, à grains de 1 à 2^{mm}, et de densité moyenne double de celle du quarz, serait moins de deux fois celle qui charrie les grains de quarz, d'après les expériences de M. Thoulet [1]. Par suite, un courant de 1 nœud suffirait pour transporter des grains de 0,0017 de diamètre, de densité = 4, même dans l'eau douce; or cette vitesse est dépassée par les eaux marines du Morbraz qui atteignent presque une vitesse double. Ces sables à gemmes circulent à la façon des galets ; ils représenteraient les premiers sédiments déposés lors du jusant de Vilaine, et leur dépôt serait limité au voisinage des points, îles et écueils, où la vitesse du courant serait d'abord amortie. Restés en mouvement et peut-être en suspension, à la traversée des passages profonds, ils sont tombés sur les écueils et les bancs sous-marins, partout où la force vive de l'eau en mouvement ne suffisait plus pour empêcher leur chûte.

Les sables quarzeux et les vases plus légères ne se sont déposés que plus tard, dans les profondeurs et les anses abritées, dans des eaux moins profondes et plus calmes, à mesure que l'on approchait du moment du flot. Ainsi le jeu normal des marées explique simplement, en dehors de toute considération hypothétique, la présence et la dissémination des sables à gemmes dans le N. du Morbraz ; on les suit depuis leur gisement originel à l'embouchure de la Vilaine, sur les bords de tous les écueils parsemés sur cette côte, jusqu'à une distance de 30 kil. au large : c'est donc jusqu'à cette distance de 30 k. que l'on peut distinguer les apports propres de cette rivière.

---

(1) Thoulet : Annal. des mines 1888 p. 18.

Nous noterons en terminant, que les falaises voisines de l'embouchure de la Vilaine, source présumée de toutes ces gemmes, sont précisément le point de la côte bretonne où l'abrasion marine exercée par le flux et le reflux atteint son maximum : c'est ce qu'attestent à la fois l'observation directe, ainsi que nos mesures, encore trop incomplètes pour être publiées, et la comparaison enfin de l'état actuel du terrain avec les plans déjà anciens du cadastre.

Sables des dunes : En outre des sables à gemmes et des sables quarzeux plus ou moins vaseux, déposés par les eaux sous l'action des rivières et de la marée, on distingue sur toutes ces côtes une formation importante de dunes. Le quarz en est l'élément essentiel ; mais elles se distinguent nettement de la plupart des autres dunes françaises, par l'abondance des débris coquilliers qu'on y rencontre, et qui déterminent une teneur élevée en carbonate de chaux, s'élevant de 10 à 30 °/o d'après les tableaux de Delesse (1).

Le courant d'air comme le courant d'eau roule les grains de sable sur le sol, ou tantôt les transporte suspendus dans sa masse. La direction dominante de ce courant descend du N. W., si l'on en juge par la déviation des arbres vers le S.-E., et par la direction de l'allongement des massifs sableux. Des observations directes faites d'ailleurs par M. Joly (2) ont montré que les vents du quadrant N.-W. à S.-W. soufflent en moyenne 200 jours par an, et les vents d'est (N.-E. à S.-E.) environ 100 jours.

Ces vents sont sensiblement dirigés suivant l'axe de la Loire ; les vents d'ouest tendent à relever le niveau de l'eau ; les vents d'est ont au contraire pour effet de les

---

(1) Delesse : Lithologie du fond des mers, 1871, p. 12.

(2) Joly : Port de Nantes, 1879, p. 251.

abaisser et les différences qu'ils produisent sur le niveau normal de la marée peut atteindre 0,50. Ainsi après un coup de vent d'ouest, on voit assècher sur les rives, à l'abri des marées suivantes, une tranche fraîche de matière solide de 0. à 0,50 de hauteur ; il en est encore de même après les grandes marées, et aussi lors des crues du fleuve. Ce sont ces sables de la Loire ou de la Vilaine, ainsi rejetés à sec par la mer sur le talus du rivage, qui chassés par le vent, vont s'entasser lorsqu'ils s'arrêtent, sous forme de dunes.

Ainsi le vent reprend à nouveau tout ce qui a échappé à la trituration par les flots, et il contribue pour sa part, à la prédominance des fins sédiments vaseux dans les fonds. Les courants de marée apportent les sédiments de la Vilaine et de la Loire jusqu'au nord de la baie de Quiberon ; les vents les reprennent à l'extrémité de cette baie pour les reporter jusqu'à l'embouchure de la Loire et sur tous les îlots de la baie.

Les dunes présentent en la région une distribution superficielle très étendue, sous forme de massifs littoraux généralement allongés dans une même direction dominante du N.-W. au S.-E., et répartis sur la côte continentale, aussi bien que sur les îlots du large (Houat, Hœdic) et même sur ceux de l'intérieur (Godec, Iluric). Les masses les plus importantes sont celles qui relient la presqu'île de Quiberon à la terre ferme, et encore celles des environs d'Escoublac, qui ensevelirent l'ancien bourg de ce nom, vers la fin du siècle dernier. De nos jours, l'emplacement de ce vieux bourg n'est plus indiqué que par la présence au milieu des plantations de pins, qui ont fixé la dune, de quelques arbres fruitiers, descendants probables de ceux qui périrent.

La forme de ces massifs sableux, allongés du N.-W. au S.-E. permet d'attribuer leur formation à l'action des

vents de N.-W. venus du large, chassant devant eux les sables asséchés. La dune dont la présence est la plus inattendue est celle de Donan au N.-W. de Belle-Ile, car de ce côté on descend de suite dans des fonds de plus de 20m, qui à part un mince cordon littoral de débris coquilliers échappent toujours à l'action du vent, et au large il n'est plus de terre où les vents puissent se charger. Aussi dépend-elle essentiellement d'apports coquilliers, comme le prouve la forte proportion de carbonate de chaux qu'on y rencontre, et qui atteint 70 %.

Tandis que les eaux déposent leurs sédiments sableux sous forme de grèves au S.-E. des îles et des caps (Hœdic, Houat, Quiberon), à l'abri des vents de N.-W. et de W., les grandes dunes se forment sous l'influence du vent de N.-W., au N.-W. des terres émergées, dès qu'ils se ralentissent en frottant sur un fond plus résistant.

Vases : Une vase gris-bleuâtre homogène, sableuse où tantôt argileuse, constitue le dépôt le plus répandu des côtes bretonnes, de Quiberon à la baie de Bourgneuf : elle ne se distingue que par une teneur en carbonate de chaux un peu plus forte, des vases que l'on drague dans la Loire, ou que l'on observe sur les îles et sur toutes les rives de ce fleuve. Dans ces dépôts littoraux, le carbonate de chaux est en proportions variables de 10 à 50 % et la roche passe ainsi insensiblement à de véritables marnes [1]. Beaucoup d'échantillons, donnent d'après Delesse [2], lorsqu'ils sont attaqués par l'acide chlorhydrique, un dégagement plus où moins fort d'hydrogène sulfuré.

Ces vases présentent dans les grandes tranchées qui y ont été ouvertes, aux environs de Saint-Nazaire, une succession de petits lits horizontaux de sable, d'argile, de

(1) DELESSE : Lithologie du fond des mers, p. 63.
(2) DELESSE : id. p. 33.

débris végétaux épais de 0,003 et assez réguliers parfois pour avoir fourni les données du chronomètre préhistorique, proposé par M. Kerviler, dans ses études sur cette région. La composition des vases varie donc non seulement horizontalement, en divers points des côtes, mais aussi en un même point, suivant une direction verticale : on constate d'ailleurs à l'embouchure de la Loire que les vases sableuses sont plus fines sur les bancs qu'à leur pied.

Ces vases uniformément formées du résidu de la trituration et de la décomposition des roches feldspathiques de la région, diffèrent donc entre elles à la fois par la grosseur et par les proportions relatives des éléments constituants : elles sont en outre imprégnées dans la région littorale des divers sels qui se trouvaient en solution dans les eaux de la mer. Delesse (1) a déjà fait ressortir combien ces vases avaient de tendance à s'emparer des matières salines ou organiques, et a montré que plus elles étaient à grains fins, plus elles retenaient de matières solubles dans l'eau.

Leur répartition géographique est très étendue ; déposées uniformément lors de l'étale, ces matières fines sont entraînées lorsque l'action du jusant se fait sentir, et elles ne demeurent qu'en des points spéciaux, bancs, anses, fonds, où le jusant ne peut atteindre une vitesse appréciable. Par suite de ce mécanisme, la vase s'accumule dans les anses abritées en dehors des courants de jusant, ou dans des fonds faisant office de lacs, où la vitesse du courant descend bien en dessous de ½ nœud par heure.

Elles forment des roches assez différentes, suivant leur degré de finesse, ou leur mélange à des sables de grosseur variée, ou à des galets : mais ces différences lithologiques nous ont offert un moindre intérêt que leurs différences

(1) [illegible] page 8.

bathymétriques. Celles-ci en effet entraînent d'importantes conséquences sur la répartition de la faune. Deux faunes très distinctes établissent leur habitat sur ces vases, celle qui accompagne les bancs d'huîtres et celle qui habite les prairies de zostères.

Ces faunes exercent une action considérable sur les dépots, car elles déterminent la formation de deux sédiments vaseux de composition chimique absolument distincte : l'un *calcareux*, l'autre *tourbeux*.

Vases calcareuses : Les vases calcareuses passant aux marnes, doivent cette composition aux débris des coquilles qu'elles contiennent. Quand on considère combien les êtres organisés excellent à extraire du milieu où ils vivent des substances que la chimie parvient à peine à décéler qualitativement, on comprend l'importance du rôle géologique des mollusques et des foraminifères. qui fixent dans leurs tissus et par suite dans les points où leurs bancs s'accumulent, la plus grande partie de la chaux qui se trouve en dissolution, dans les eaux du Morbihan, si pauvres en calcaire.

Les vases du Morbraz et notamment celles de la baie de Bourgneuf, formées tranquillement, contiennent en abondance des coquilles calcaires de foraminifères *(Polystomella, Rotalia, Miliola)*, des entomostracés, des bryozoaires; ailleurs dominent les débris de mollusques (huîtres et moules) et on peut évaluer à 50.000 tonnes le poids de calcaire enlevé annuellement au Morbraz par le commerce des huîtres. Ces huîtres ne sont pas disséminées dans cette étendue, étant limitées aux fonds de sable vaseux ou rocheux, à l'abri de la vase et du galet, fonds qui ne découvrent qu'exceptionnellement lors des grandes marées. Leurs bancs, lorsqu'elles ne sont pas parquées s'allongent souvent suivant les courants. Grâce aux caractères de cette faune, un dépôt riche en carbonate de chaux se fait dans

le Morbraz, en nombre de points abrités, par les fonds de 5 à 70^m : sa répartition a été donnée par Delesse dans une planche (Pl. A) de sa *Lithologie du fond des mers*, véritable monographie de la répartition du carbonate de chaux dans les dépôts littoraux actuels.

Vases tourbeuses : Mais les huîtres ne prospèrent plus dans les fonds qui découvrent tous les jours, aux niveaux de 1 à 5^m ; c'est ici le domaine d'une faune nouvelle, celle qui sur les fonds vaseux se plaît parmi les prairies de zostères. C'est là que se développent les annélides, divers radiaires, et autres animaux qui ne s'assimilent guère de calcaire. Le sédiment y devient **vaso-tourbeux ;** la composition du sédiment est spéciale dans les fonds vaseux où croissent les zostères et où diminue rapidement la teneur en carbonate de chaux.

Ces plantes croissent en grand nombre dans le Morbihan, sur les fonds de vase, qui découvrent à chaque marée et jusque près le niveau des hautes mers. Il leur suffit pour vivre d'être recouverts à chaque marée par l'eau salée, pendant une couple d'heures, et bientôt elles y transforment en prairies la surface des bancs de vase. Un véritable tapis les recouvre alors, tapis protecteur, formé de feuilles de zostères, en lanières fasciculées, serrées, flexibles et résistantes, qui ont pour effet de fixer les particules boueuses les plus tenues et pour résultat d'amortir considérablement les courants de marée qui viennent les balayer. La marée s'y élève donc avec une vitesse très amoindrie, et les boues en suspension, les débris organiques légers, les bois flottés, viennent se concentrer à marée montante et se fixer dans ces régions tranquilles, en dehors des courants rapides. Loin d'arrêter la croissance du banc qu'elles ont fixé, les zostères favorisent à la fois son développement en fixant les parties existantes et en arrêtant entre leurs feuilles et leurs

rhizômes les particules entraînées par la pesanteur. Il s'établit de la sorte une véritable filtration, avec précipitation des troubles, quand une eau boueuse traverse la prairie de zostères, à feuilles longues de plusieurs mètres. La continuation de ce processus exhausse graduellement le sol, et la prairie de zostères s'élève ainsi graduellement relativement au niveau moyen de la mer. Tandis que primitivement, elle ne découvrait qu'au moment de la basse mer, où lors des grandes marées, elle émerge chaque jour plus longtemps, elle assèche à chaque marée, et de plus en plus, jusqu'à ce qu'enfin les plantes dépérissent, leurs feuilles n'atteignent plus la même longueur, elles se réduisent à quelques centimètres, les rhizômes deviennent plus clairsemés, plus rares. Le sable soulevé par les vents envahit bientôt ce sol exondé, humide, où le retiennent encore les dernières feuilles des zostères ; d'autres plantes terrestres croissent souvent alors, joncs et autres formes qui s'accomodent des eaux saumâtres et qui accélèrent la transformation des anciennes baies en marécage et en terres fermes. L'accumulation des détritus végétaux, conservés à l'abri de l'air, dans ces tourbières marines, finit par les élever au-dessus du niveau ordinaire des eaux, et de grands arbres dont on retrouve parfois les racines et les troncs ont pu pousser sur le sol, sans qu'il ait subi d'autre dénivellation.

Parfois des dunes ont pu se former sur les débris de la prairie de zostères. Si on creuse sous ces dunes, on trouve une vase noire, riche en matières organiques, où l'on reconnaît les débris des feuilles et des rhizomes des zostères qui lui ont donné naissance, mélangés à divers autres débris végétaux. Nombre des tourbières littorales de la région, nombre des forêts submergées de nos côtes, n'ont probablement pas une autre origine.

Derrière la dune, ou dans la tourbière, la mer reprend

parfois possession de son domaine, d'une façon plus ou moins intermittente, lors des grandes marées ou des tempêtes : le marais alors est rempli d'eau saumâtre. Parfois les eaux salées ainsi abandonnées à elles-mêmes lors des grandes marées, s'évaporent lentement, s'il n'y a pas envahissement par les eaux douces, sous l'action du soleil et surtout sous celle du vent, donnant naissance à des précipités salins, et il se forme au lieu de dépôts tourbeux des précipités chimiques.

Précipités chimiques : L'homme a souvent facilité ce travail au fond des anses bretonnes vaseuses, et à ainsi créé les marais salants, en élevant de petites digues qui retiennent l'eau de la mer et empêchent la pénétration des eaux douces. Les marais salants dans le Morbihan sont des bassins étendus, peu profonds, à fond argileux, qui fournissent au commerce des quantités considérables de sel (trentième partie en poids de l'eau de mer emmagasinée) ; mais ce sel n'est pas pur, il renferme de petites quantités de sulfate de soude, de chlorure de magnésium et de calcium, et des traces de bromure et d'iodure.

Les marais salants de cette côte bretonne fournissent annuellement de 100.000 à 200.000 tonnes de **chlorure de sodium** ; mais il s'y forme également d'autres substances cristallines d'un grand intérêt géologique, parmi lesquelles il convient de citer les efflorescences de divers sulfates, et surtout les cristaux de **gypse** qui se déposent au fond de certains marais salants de Batz.

Les cristaux ont été étudiés par M. Baret, (1) qui y a indiqué les faces g^1 (010) et m (110), les autres faces étant arrondies ; ils sont simples ou maclés, et agglomérés en groupes de plusieurs kilogs. Les cristaux isolés atteignent des dimensions de 3 à 4 cent. ; ils sont transparents ou

---

(1) Baret : Bull. soc. sci. nat. Ouest, 1894, vol. 4, p. 153.

translucides, incolores, grisâtres, jaunâtres ou rougeâtres et renferment fréquemment en inclusions du sable, de la vase ou de petits fragments de roches.

Ce minéral peut se former aux dépens des eaux de source qui sortent des schistes amphiboliques calcareux de la région, et apportent dans les marais du sulfate de chaux ([1]). Mais M. l'abbé Hy ([2]) nous paraît avoir donné la véritable théorie de leur genèse. Il a reconnu dans les marais salants de Batz, où leur belle couleur rouge ou violette, avait depuis longtemps attiré l'attention des botanistes, la présence de nombreuses sulfo-bactéries des genres *Thiocapsa*, *Beggiatoa*, *Lamprocystis*, etc., et signalé le rôle physiologique de ces bactéries oxydantes. Elles ont pour effet d'après les recherches de M. Winogradsky ([3]), d'abord de mettre le soufre en liberté par oxydation de l'hydrogène sulfuré, dans ces marais où se décomposent des zostères, etc.; ensuite dans un second degré d'oxydation, elles transforment ce soufre en acide sulfurique, lequel est éliminé à l'état de sulfate, principalement de sulfate de chaux.

Sables Calcaires : Des dépôts calcaires se forment dans le Morbihan et le Morbraz, constituant aux diverses profondeurs des bancs limités, de caractères lithologiques variés, sable, crag, en outre des marnes déjà décrites, selon la nature des débris organiques accumulés. Les sondes indiquées sur les cartes marines révèlent l'irrégularité de la répartition des crags calcaires ; en divers points, on les drague pour les besoins de l'agriculture, et leur

---

(1) Senft : Zeits d. deuts. geol. Ges., Bd. XIV, 1862, p. 175.

(2) Hy : Mèm. soc. nat. d'Agriculture, Sci. et Arts d'Angers, 1891, p. 13.

(3) Wynogradsky : Botanische Zeitung 1887 — Résumé dans la Revue générale de Botanique 1889. Vol. 1. p. 655.

quantité est assez grande pour assurer la vie de ceux qui se livrent à cette exploitation.

Les sables calcaires et les crags formés par l'accumulation de coquilles généralement brisées, de tests de crustacés et autres animaux marins et de débris d'algues calcaires, ne conservent pas une composition moyenne uniforme, étant plus ou moins mélangés à des détritus rocheux. La richesse de ces sables en carbonate de chaux déjà recherchée par Durocher est extrêmement variable d'un point à un autre du rivage; elle variait d'après lui de 20 à 70 %, et d'après Delesse de 68 à 85 %. Ils contiennent aussi une petite quantité de phosphate de chaux, un peu de chlorure de sodium, et d'autres sels solubles, chlorures et sulfates (¼ à 6 %) ; enfin M. Damour [1] a reconnu que les algues calcaires, Nullipores et Corallines, que l'on trouve dans ces sables renfermaient plus de 15 % de carbonate de magnésie. Certains sables calcaires sont donc dolomitiques.

Les caractères des sables, variés quant à leur composition et aux proportions relatives des débris organiques qui leur donnent naissance, indiquent à la fois que les habitants de ces eaux rencontraient en différents points des habitats diversement favorables, à leur développement et que leurs restes s'accumulent là où ils ont vécu sans qu'il y ait de remaniement important de l'ensemble. Une course à marée basse, sur les grèves, suffit à montrer à l'observateur cette variété des dépôts calcaires dans le Morbihan : dans les baies abritées prospèrent les bancs d'huîtres ; à l'ouest de Quiberon la faune littorale donnant des débris solides est caractérisée par la prédominance des lamellibranches (*Cardium, Venus, Tapes, Tellina*, etc.) ; à l'est de Quiberon dominent les coquilles de Gastéropodes ([illegible], [illegible], *Nassa, Cypraea*, [illegible]) rappelant la faune de nombreux gisements tertiaires.

---

(1) [illegible] de l'Acad. [illegible]

Les sédiments calcaires qui se forment simultanément sur les côtes du Morbihan sont donc variés ; leurs différences sont dûes à la répartition même des formes organiques qui rencontraient dans les divers points des conditions bathymétriques et climatériques inégalement favorables à leur développement. Les caractères organiques de ces dépôts littoraux, présentent cependant des traits généraux communs, car les espèces les plus abondantes se retrouvent en réalité sur presque tous les points.

§. 2.

DE LA TOPOGRAPHIE DES SÉDIMENTS DU MORBIHAN ET DE SES CAUSES.

Importance des sédiments clastiques : Extrême est la variété des sédiments actuels du Morbihan, puisque sous ses eaux nous voyons se former, en même temps, des dépôts distincts à la fois par leur composition, leur mode d'origine, leur épaisseur et leur faune.

Mais parmi ce grand nombre de formations contemporaines, chimiques, organiques ou clastiques, il en est dont l'importance est capitale, puisqu'elles règlent et assurent la nature des autres. Tel est le rôle considérable qui revient aux sédiments clastiques ; c'est d'eux, c'est de leur répartition toujours changeante, que dépend comme une résultante nécessaire le développement des diverses conditions physiques qui déterminent la production de toutes les autres formations, d'origine organique, chimique ou éolienne. Il semble par là, que les lois de la distribution de ces sédiments, si elle se peut dégager, doive suffire à expliquer la genèse et le mode de répartition des formations multiples qui se juxtaposent ou se superposent sur les côtes du Morbihan.

Les sédiments clastiques méritent à ce titre une étude détaillée. Ils changent dans les différentes portions de ces golfes, et même en chaque point déterminé, suivant la grandeur des fonds et suivant la forme de la côte, suivant l'heure de la journée et suivant la saison de l'année ; ils changent en raison de la vitesse et du parcours des courants en chacun des différents points ; ils changent en raison des seules modifications de profondeur amenées par leur lente accumulation.

Une même eau courante agitée par le vent et la marée transporte, il est vrai, les éléments de ce dépôt à leurs places respectives. Mais en chacun de ces points la nature et la quantité de l'apport est indéfiniment variable ; et ses transformations n'impliquent pas nécessairement des déplacements verticaux du sous-sol, puisqu'elles se produisent par l'accumulation suffisamment prolongée d'un même sédiment, ou par son enlèvement sous l'action de courants, soumis à l'influence des agents atmosphériques si variables. Ainsi la *barre des Charpentiers*, formée de sable accumulé en mer, devant l'embouchure de la Loire, à 10 kil. de la côte, s'élève alternativement pendant l'étiage d'été, et s'abaisse en hiver, lors des crues du fleuve.

Sur les rives du Morbihan, des galets se superposent à des sables, et des tourbes à des vases, selon les circonstances de temps ou de lieu, selon que des eaux dormantes succèdent à des eaux en mouvement, ou que celles-ci atteignant la vitesse des gaves pyrénéens, creusent au contraire des passes dans les alluvions accumulées. La vitesse du moteur est le facteur essentiel qu'il importe de considérer.

La vitesse d'un cours d'eau sur un rivage maritime et par suite sa puissance de transport, étant fonction de la pente de sa surface, elle dépend à la fois comme celle-ci,

de la marée, des courants et des vents, et avec eux tous, de la forme même des côtes continentales voisines. La forme des côtes exerce pour ces raisons une influence fondamentale sur la nature et la répartition des formations marines terrigènes.

Topographie des sédiments clastiques : L'observation directe des plages, d'accord avec les documents relevés sur les cartes marines montrent que parmi les sédiments clastiques, les uns, les plus grossiers, poudingues et graviers, sont limités aux rivages des îles, au voisinage des caps ; les sables prédominent dans les baies largement ouvertes de Rhuis et du Croisic, où ils s'accumulent en avant des terres par suite de l'action des brisants ; les sédiments vaseux ont une répartition plus étendue, et commune à la fois aux golfes (Morbihan, Pénerf), aux baies profondes (Quiberon, Bourgneuf), aux étangs littoraux engendrés derrière les levées littorales, aussi bien qu'à ceux de la Grande-Brière et de Grand-Lieu.

A l'embouchûre de la Loire, les sables ne forment guère les bancs sur une hauteur de plus de 0^m30 au-dessus de l'étiage ; la partie supérieure des alluvions est composée de vase.

Les résultats des sondages nous apprennent la vaste répartition sous-marine des sables vaseux dans le Morbraz, et par suite leur influence dans l'établissement du relief de ces zônes littorales. La topographie actuelle des côtes morbihannaises, telle qu'elle est donnée sur les cartes marines publiées sous la direction de M. Bouquet de la Grye [1], nous apprend avec précision le mode de répartition des vases sableuses dans le Morbraz. Il convient

---

(1) Ces courbes ont été reproduites sur diverses cartes, notamment sur celle du Dépôt des Fortifications, que nous reproduisons dans ce Mémoire ; elles ont été reportées d'une façon moins exacte sur celle de l'État-Major.

donc de l'étudier quant à ses contours et à la forme de ses surfaces ; et la carte (Pl. IV), à laquelle nous renvoyons, en donnera une idée suffisante.

Les courbes de niveau des profondeurs océaniques, tracées sur cette carte (Pl. IV), longent régulièrement la côte méridionale de la Bretagne, du Finistère au Morbihan ; mais subitement, quand on double la presqu'île de Quiberon, ces lignes s'écartent brusquement : on est entré dans la baie de Quiberon, dans le Morbraz. La ligne — 10^m par exemple, est 3 ou 4 fois plus éloignée de terre que précédemment..

Ces lignes se maintiennent ensuite à distance, bien loin au sud de la presqu'île, jusqu'en Vendée, devant l'île d'Yeu. C'est que le Morbraz abrite des eaux plus calmes, où viennent s'accumuler les matières tenues en suspension, jusque là.

L'apparence est ainsi celle d'un banc sous-marin, qui surgirait en mer, entre la Bretagne et la Vendée, prolongeant au large par une plate-forme submergée les terres du Morbihan et de la Loire-Inférieure [1].

La stratigraphie cependant ne révèle pas de relèvement du fond rocheux ; la structure géologique du pays remarquablement uniforme suivant tout le plateau méridional de la Bretagne, est la même que dans le midi du Finistère. On n'y observe pas en la région, de redressement anticlinal des strates profondes et d'ailleurs la direction de ce ridement, pût-on le supposer, serait en désaccord aussi bien que sa forme, avec la direction des lignes tectoniques tracées sur la terre ferme.

Il y a de meilleures raisons pour attribuer au mode de dissémination des alluvions actuelles l'exhaussement de

---

(1) Cette apparence a été admise comme une réalité par Delesse (Lithologie du fond des mers p. 306), et il a même invoqué divers arguments en sa faveur.

ces fonds marins. C'est ce qu'établissent à la fois la tectonique de la région et la forme propre des fonds, aussi bien que d'autre part l'observation directe à marée basse, lors des plus grandes marées, et les résultats de tous les sondages notés sur les cartes marines.

Exposé de la topographie sous-marine : La topographie sous-marine de ces parages affecte en effet des formes caractéristiques. Il est aisé de s'en rendre compte en suivant successivement diverses courbes de niveau.

Ainsi le tracé de *la courbe — 5m* montre que les sédiments tendent d'abord à combler les baies de la côte, où la vitesse de l'eau est ralentie par des frottements progressifs. Devant chaque anse de la côte, la courbe des fonds oppose bientôt un arc convexe (La Turballe, Escoublac, St-Brévin, Bourgneuf). Ces dépôts débutent à l'abri des caps, et c'est sur les promontoires de la terre ferme que s'enracinent les flèches qui envahissent les baies, par les fonds de — 5m, ainsi que les ponts qui réunissent, par une zône de remblais, les îles voisines du continent (Pont de Fromantine au S.-E. de Noirmoutier, Chaussée-des-Bœufs réunissant l'île du Pilier et les Rochers-des-Bœufs à Noirmoutier). Enfin ce sont les alluvions de la Loire, qui au début de notre période historique produisirent l'envasement du Grand-Trait, en s'enracinant sur les îles de Batz et du Croisic.

Le tracé sur la carte de *la courbe des niveaux de — 10m* montre un contour assez distinct du précédent : il n'offre plus de relations avec la figure des baies de la côte, et on observe que cette ligne, loin de dessiner une courbe parallèle à la précédente, décrit une série d'ondulations alternativement concaves et convexes, dont toutes les portions convexes sont tangentes à des îlots du large. Tel est le pont de l'Ile Dumet, dans l'estuaire de la Vilaine ; tels à l'embouchûre de la Loire, suivant cette même courbe — 10m, les deux épis convexes formant le pont de la Banche et celui de la Lambarde.

Le frottement, sur les bancs de la Banche et de la Lambarde, des eaux descendant de la Loire avec le jusant, les ralentit suffisamment pour arrêter les matières en suspension, arrivées dans une position d'équilibre : ces matières tombent alors et construisent des ponts à l'abri des rochers de ces bancs. C'est ainsi, par contre-coup, que les eaux resserrées entre ces digues, déterminent des chenaux, de part et d'autre des obstacles qu'elles viennent d'élever et entre eux et la terre ferme, le *chenal du Nord* et le *chenal du Sud,* que suivent les vaisseaux qui entrent en Loire.

De même dans la baie de Bourgneuf, les Rochers de la Couronnée, et de Pierre-Moine ont déterminé la formation des flèches sous-marines qui constituent les bancs de Kerouars, du Centre et de la Chaîne, entre lesquels passent le chenal de la Pierre et le chenal du Centre. L'île d'Yeu a donné naissance au Pont d'Yeu, qui la rattache à la Pointe de Monts.

Le tracé de *la courbe* — 20m sur la carte, fournit de même un contour curviligne, ondulé, sans relation de forme avec les précédents, et dont les convexités tournées au large s'appuient à leur tour sur des rochers, sur la chaine des îles de Houat-Hœdic, ainsi reliée au continent, ou sur les débris des formations éocènes, respectés par le hasard des dénudations, le plateau du Four, le banc de Guérande, et celui des Bœufs. Nous aurons lieu plus loin de revenir sur cet alignement des témoins éocènes suivant une même courbe de niveau.

De nos jours, le contour de cette courbe — 20m enclot à peu près le Morbraz, à part les chenaux de Loire et une étroite passe, le chenal de la Teignouse, où les eaux plus profondes conservent leur vitesse maxima vers le large. Cette courbe, convexe dans son ensemble, ne présente plus que deux concavités, correspondant respectivement

à la rade du Croisic et au chenal du Sud. Ainsi on assiste de proche en proche, à l'envasement du Morbraz, par des eaux vaseuses venues du continent ; c'est au jeu combiné du courant des rivières (Loire et Vilaine) et des courants de la mer, que sont dûs la répartition et le transport des sédiments qui l'envahissent et lentement le comblent. Car la vitesse des eaux courantes s'y amortit, tant en raison de leur rencontre, que par la nécessité où se trouve l'eau du fleuve de s'étaler sur une large surface.

Les études de M. Bouquet de la Grye (1) fournissent les détails les plus précis sur les mouvements des courants dans la partie maritime de la Loire, distinguant le *grand courant littoral* et *les courants de flot.* Daprès ses observations, le *grand courant littoral*, à l'embouchure de la Loire, se dirige du S. au N. en passant au large de l'ile de Noirmoutier ; il s'infléchit ensuite à l'embouchure de la Loire vers les pointes de St-Gildas et de l'Eve, puis va, suivant la direction du Croisic à Quiberon, laver les rives de Belle-Ile.

Les *courants de flot* durent 7 h. 1/2, auprès de la pointe de Mindin, au S. de l'embouchure de la Loire, mais ils persistent deux heures de moins dans la grande rade de St-Nazaire, au N. de l'embouchure. Ils prédominent ainsi sur la rive sud, tandis que le jusant longe le côté nord. Sous son influence et celle du courant littoral, on voit les eaux jaunâtres de la Loire longer la côte au nord, se répandre le long du Morbihan et former une longue traînée qui va se perdre au N.-W. Les vents de W. et de N.-W. refoulent souvent l'hiver les eaux vers le sud, jusque dans la baie de Bourgneuf, où le calme relatif donne lieu à de nombreux atterrissements.

---

(1) Bouquet de la Grye : Recherches hydrog. sur le régime des côtes, 11e cahier, Loire Maritime, Paris 1882. — Dépôt des cartes et plans de la marine n° 652.

Il résulte de ces faits, comme l'a indiqué M. Partiot [1], que les vases de la Loire dont les premiers dépôts apparaissent à environ 10 kil. au-dessous de Nantes et qui commencent à former des bancs un peu en amont de Paimbœuf, se rassemblent en grande quantité dans la baie de Bourgneuf ; mais la plus grande partie est entraînée vers le N.-W. dans le Morbraz et dans l'Océan.

Ainsi le cours de la Loire explique la disposition des fonds du littoral, par la simple distribution de ses sédiments, suivant les règles de la pesanteur et les lois des courants ; aucune autre interprétation ne nous parait rendre compte des faits observés, aussi simplement et aussi complètement.

Les sables vaseux charriés par la Loire se sont déposés à son embouchure sur les côtes, jusque vers la cote — 5^m ; les vases couvrent les fonds de — 10^m et — 20^m. La figure de ces courbes de niveau montre que les eaux boueuses du fleuve exécutent leurs diramations dans le Morbraz de 3 côtés, au N. dans la baie de Quiberon, au S. dans la mer d'Yeu, et à W. suivant un pont passant entre le chenal du Nord et le chenal du Sud, donnant naissance à une masse solide dont la convexité est sensible en mer jusqu'à la cote — 90^m ; elle cesse de se faire sentir à partir de la cote — 100^m, où les courbes sous-marines sont grossièrement parallèles à la résultante des découpures du rivage.

Ces conclusions ressortent simplement de la considération successive des diverses courbes de niveau. Ainsi, *la courbe — 30^m* suivie sur la carte, réunit à la plate forme continentale les îles de Belle-Ile et d'Yeu : cette courbe ne présente plus que trois parties rentrantes concaves, correspondant à la Teignouse, au chenal du Nord et au chenal du Sud. *Les courbes suivantes, à partir de — 40^m*, ne sont

(1) Partiot : Annales des Ponts-et-Chaussées, 1871, p. 281.

plus influencés par l'action des îles, elles passent sans se renfler, au large de Belle-Ile et d'Yeu : la seule déformation persistante, se trouve devant le banc de Guérande, dans le prolongement du thalweg de la Loire, sous forme d'un talus tournant sa convexité en mer. *A la cote — 50*^{m}, ce talus est dévié de sa position axiale, il est refoulé au N.-W. par l'influence croissante des courants littoraux qui contrebalancent l'action jusque-là prédominante de la Loire : le chenal du Sud a disparu, celui du Nord subsiste seul.

Les contours — 60^{m}*,— 70*^{m}*,— 80*^{m}, dessinent des courbes enveloppantes à rayon de plus en plus grand, et la ligne qui joint leurs centres se déplace d'un mouvement continu vers le N.-W., sous l'influence prédominante du courant littoral. *La ligne — 90*^{m}, est à peine ondulée, ses sinuosités rappellent pour la dernière fois, l'influence du cours de la Loire : légèrement convexe suivant le 47° de latitude, elle offre au N. une dernière concavité correspondant au chenal du Nord. *Le contour — 100*^{m} n'a plus de relations avec les facteurs littoraux successivement envisagés : les produits de l'érosion littorale ou fluviale, généralement vaseux, qui arrivent jusqu'à ces fonds, sont répartis par la seule action des courants marins, jusqu'à des fonds de 200^{m}, indépendamment des forces engendrées sur le continent voisin.

Complexité du delta confluent de Loire-et-Vilaine : Il semble nécessaire de conclure de la considération des courbes sous-marines de même niveau, que le relèvement des fonds du Morbraz suivant la cote bretonne, est en relation avec les apports de la Loire ; c'est un haut fond qui appartient au delta de ce fleuve. Mais ce delta sous-marin est complexe, par suite de sa coalescence avec celui de la Vilaine ; il présente en outre des contours digités, au lieu de la forme triangulaire classique, parce que la Loire, différente des fleuves qui se rendent direc-

quantité est assez grande pour assurer la vie de ceux qui se livrent à cette exploitation.

Les sables calcaires et les crags formés par l'accumulation de coquilles généralement brisées, de tests de crustacés et autres animaux marins et de débris d'algues calcaires, ne conservent pas une composition moyenne uniforme, étant plus ou moins mélangés à des détritus rocheux. La richesse de ces sables en carbonate de chaux déjà recherchée par Durocher est extrêmement variable d'un point à un autre du rivage; elle variait d'après lui de 20 à 70 %, et d'après Delesse de 68 à 85 %. Ils contiennent aussi une petite quantité de phosphate de chaux, un peu de chlorure de sodium, et d'autres sels solubles, chlorures et sulfates (¼ à 6 %) ; enfin M. Damour [1] a reconnu que les algues calcaires, Nullipores et Corallines, que l'on trouve dans ces sables renfermaient plus de 15 % de carbonate de magnésie. Certains sables calcaires sont donc dolomitiques.

Les caractères des sables, variés quant à leur composition et aux proportions relatives des débris organiques qui leur donnent naissance, indiquent à la fois que les habitants de ces eaux rencontraient en différents points des habitats diversement favorables, à leur développement et que leurs restes s'accumulent là où ils ont vécu sans qu'il y ait de remaniement important de l'ensemble. Une course à marée basse, sur les grèves, suffit à montrer à l'observateur cette variété des dépôts calcaires dans le Morbihan : dans les baies abritées prospèrent les bancs d'huitres : à l'ouest de Quiberon la faune littorale donnant des débris solides est caractérisée par la prédominance des lamellibranches (*Cardium, Venus, Tapes, Tellina,* etc.) ; à l'est de Quiberon dominent les coquilles de Gastéropodes (*Cerithium, Littorina, Nassa, Cypræa, Dentalium*) rappelant le faciès de nombreux gisements tertiaires.

---

(1) DAMOUR : Comptes-rendus Acad. Sci. 17 Février 1851.

Les sédiments calcaires qui se forment simultanément sur les côtes du Morbihan sont donc variés ; leurs différences sont dûes à la répartition même des formes organiques qui rencontraient dans les divers points des conditions bathymétriques et climatériques inégalement favorables à leur développement. Les caractères organiques de ces dépôts littoraux, présentent cependant des traits généraux communs, car les espèces les plus abondantes se retrouvent en réalité sur presque tous les points.

§. 2.

DE LA TOPOGRAPHIE DES SÉDIMENTS DU MORBIHAN ET DE SES CAUSES.

Importance des sédiments clastiques : Extrême est la variété des sédiments actuels du Morbihan, puisque sous ses eaux nous voyons se former, en même temps, des dépôts distincts à la fois par leur composition, leur mode d'origine, leur épaisseur et leur faune.

Mais parmi ce grand nombre de formations contemporaines, chimiques, organiques ou clastiques, il en est dont l'importance est capitale, puisqu'elles règlent et assurent la nature des autres. Tel est le rôle considérable qui revient aux sédiments clastiques ; c'est d'eux, c'est de leur répartition toujours changeante, que dépend comme une résultante nécessaire le développement des diverses conditions physiques qui déterminent la production de toutes les autres formations, d'origine organique, chimique ou éolienne. Il semble par là, que les lois de la distribution de ces sédiments, si elle se peut dégager, doive suffire à expliquer la genèse et le mode de répartition des formations multiples qui se juxtaposent ou se superposent sur les côtes du Morbihan.

Les sédiments clastiques méritent à ce titre une étude détaillée. Ils changent dans les différentes portions de ces golfes, et même en chaque point déterminé, suivant la grandeur des fonds et suivant la forme de la côte, suivant l'heure de la journée et suivant la saison de l'année ; ils changent en raison de la vitesse et du parcours des courants en chacun des différents points ; ils changent en raison des seules modifications de profondeur amenées par leur lente accumulation.

Une même eau courante agitée par le vent et la marée transporte, il est vrai, les éléments de ce dépôt à leurs places respectives. Mais en chacun de ces points la nature et la quantité de l'apport est indéfiniment variable ; et ses transformations n'impliquent pas nécessairement des déplacements verticaux du sous-sol, puisqu'elles se produisent par l'accumulation suffisamment prolongée d'un même sédiment, ou par son enlèvement sous l'action de courants, soumis à l'influence des agents atmosphériques si variables. Ainsi la *barre des Charpentiers*, formée de sable accumulé en mer, devant l'embouchure de la Loire, à 10 kil. de la côte, s'élève alternativement pendant l'étiage d'été, et s'abaisse en hiver, lors des crues du fleuve.

Sur les rives du Morbihan, des galets se superposent à des sables, et des tourbes à des vases, selon les circonstances de temps ou de lieu, selon que des eaux dormantes succèdent à des eaux en mouvement, ou que celles-ci atteignant la vitesse des gaves pyrénéens, creusent au contraire des passes dans les alluvions accumulées. La vitesse du moteur est le facteur essentiel qu'il importe de considérer.

La vitesse d'un cours d'eau sur un rivage maritime et par suite sa puissance de transport, étant fonction de la pente de sa surface, elle dépend à la fois comme celle-ci,

de la marée, des courants et des vents, et avec eux tous, de la forme même des côtes continentales voisines. La forme des côtes exerce pour ces raisons une influence fondamentale sur la nature et la répartition des formations marines terrigènes.

Topographie des sédiments clastiques: L'observation directe des plages, d'accord avec les documents relevés sur les cartes marines montrent que parmi les sédiments clastiques, les uns, les plus grossiers, poudingues et graviers, sont limités aux rivages des îles, au voisinage des caps ; les sables prédominent dans les baies largement ouvertes de Rhuis et du Croisic, où ils s'accumulent en avant des terres par suite de l'action des brisants ; les sédiments vaseux ont une répartition plus étendue, et commune à la fois aux golfes (Morbihan, Pénerf), aux baies profondes (Quiberon, Bourgneuf), aux étangs littoraux engendrés derrière les levées littorales, aussi bien qu'à ceux de la Grande-Brière et de Grand-Lieu.

A l'embouchûre de la Loire, les sables ne forment guère les bancs sur une hauteur de plus de 0m30 au-dessus de l'étiage ; la partie supérieure des alluvions est composée de vase.

Les résultats des sondages nous apprennent la vaste répartition sous-marine des sables vaseux dans le Morbraz, et par suite leur influence dans l'établissement du relief de ces zônes littorales. La topographie actuelle des côtes morbihannaises, telle qu'elle est donnée sur les cartes marines publiées sous la direction de M. Bouquet de la Grye [1], nous apprend avec précision le mode de répartition des vases sableuses dans le Morbraz. Il convient

---

(1) Ces courbes ont été reproduites sur diverses cartes, notamment sur celle du Dépôt des Fortifications, que nous reproduisons dans ce Mémoire ; elles ont été reportées d'une façon moins exacte sur celle de l'État-Major.

donc de l'étudier quant à ses contours et à la forme de ses surfaces ; et la carte (Pl. IV), à laquelle nous renvoyons, en donnera une idée suffisante.

Les courbes de niveau des profondeurs océaniques, tracées sur cette carte (Pl. IV), longent régulièrement la côte méridionale de la Bretagne, du Finistère au Morbihan ; mais subitement, quand on double la presqu'île de Quiberon, ces lignes s'écartent brusquement : on est entré dans la baie de Quiberon, dans le Morbraz. La ligne — 10^{m} par exemple, est 3 ou 4 fois plus éloignée de terre que précédemment..

Ces lignes se maintiennent ensuite à distance, bien loin au sud de la presqu'île, jusqu'en Vendée, devant l'île d'Yeu. C'est que le Morbraz abrite des eaux plus calmes, où viennent s'accumuler les matières tenues en suspension, jusque là.

L'apparence est ainsi celle d'un banc sous-marin, qui surgirait en mer, entre la Bretagne et la Vendée, prolongeant au large par une plate-forme submergée les terres du Morbihan et de la Loire-Inférieure (1).

La stratigraphie cependant ne révèle pas de relèvement du fond rocheux ; la structure géologique du pays remarquablement uniforme suivant tout le plateau méridional de la Bretagne, est la même que dans le midi du Finistère. On n'y observe pas en la région, de redressement anticlinal des strates profondes et d'ailleurs la direction de ce ridement, pût-on le supposer, serait en désaccord aussi bien que sa forme, avec la direction des lignes tectoniques tracées sur la terre ferme.

Il y a de meilleures raisons pour attribuer au mode de dissémination des alluvions actuelles l'exhaussement de

(1) Cette apparence a été admise comme une réalité par Delesse (Lithologie du fond des mers p. 306), et il a même invoqué divers arguments en sa faveur.

ces fonds marins. C'est ce qu'établissent à la fois la tectonique de la région et la forme propre des fonds, aussi bien que d'autre part l'observation directe à marée basse, lors des plus grandes marées, et les résultats de tous les sondages notés sur les cartes marines.

Exposé de la topographie sous-marine : La topographie sous-marine de ces parages affecte en effet des formes caractéristiques. Il est aisé de s'en rendre compte en suivant successivement diverses courbes de niveau.

Ainsi le tracé de *la courbe — 5ᵐ* montre que les sédiments tendent d'abord à combler les baies de la côte, où la vitesse de l'eau est ralentie par des frottements progressifs. Devant chaque anse de la côte, la courbe des fonds oppose bientôt un arc convexe (La Turballe, Escoublac, St-Brévin, Bourgneuf). Ces dépôts débutent à l'abri des caps, et c'est sur les promontoires de la terre ferme que s'enracinent les flèches qui envahissent les baies, par les fonds de — 5ᵐ, ainsi que les ponts qui réunissent, par une zône de remblais, les îles voisines du continent (Pont de Fromantine au S.-E. de Noirmoutier, Chaussée-des-Bœufs réunissant l'île du Pilier et les Rochers-des-Bœufs à Noirmoutier). Enfin ce sont les alluvions de la Loire, qui au début de notre période historique produisirent l'envasement du Grand-Trait, en s'enracinant sur les îles de Batz et du Croisic.

Le tracé sur la carte de *la courbe des niveaux de — 10ᵐ* montre un contour assez distinct du précédent : il n'offre plus de relations avec la figure des baies de la côte, et on observe que cette ligne, loin de dessiner une courbe parallèle à la précédente, décrit une série d'ondulations alternativement concaves et convexes, dont toutes les portions convexes sont tangentes à des îlots du large. Tel est le pont de l'Ile Dumet, dans l'estuaire de la Vilaine ; tels à l'embouchûre de la Loire, suivant cette même courbe — 10ᵐ, les deux épis convexes formant le pont de la Banche et celui de la Lambarde.

Le frottement, sur les bancs de la Banche et de la Lambarde, des eaux descendant de la Loire avec le jusant, les ralentit suffisamment pour arrêter les matières en suspension, arrivées dans une position d'équilibre : ces matières tombent alors et construisent des ponts à l'abri des rochers de ces bancs. C'est ainsi, par contre-coup, que les eaux resserrées entre ces digues, déterminent des chenaux, de part et d'autre des obstacles qu'elles viennent d'élever et entre eux et la terre ferme, le *chenal du Nord* et le *chenal du Sud,* que suivent les vaisseaux qui entrent en Loire.

De même dans la baie de Bourgneuf, les Rochers de la Couronnée, et de Pierre-Moine ont déterminé la formation des flèches sous-marines qui constituent les bancs de Kerouars, du Centre et de la Chaîne, entre lesquels passent le chenal de la Pierre et le chenal du Centre. L'île d'Yeu a donné naissance au Pont d'Yeu, qui la rattache à la Pointe de Monts.

Le tracé de *la courbe* — 20ᵐ sur la carte, fournit de même un contour curviligne, ondulé, sans relation de forme avec les précédents, et dont les convexités tournées au large s'appuient à leur tour sur des rochers, sur la chaine des îles de Houat-Hœdic, ainsi reliée au continent, ou sur les débris des formations éocènes, respectés par le hasard des dénudations, le plateau du Four, le banc de Guérande, et celui des Bœufs. Nous aurons lieu plus loin de revenir sur cet alignement des témoins éocènes suivant une même courbe de niveau.

De nos jours, le contour de cette courbe — 20ᵐ enclot à peu près le Morbraz, à part les chenaux de Loire et une étroite passe, le chenal de la Teignouse, où les eaux plus profondes conservent leur vitesse maxima vers le large. Cette courbe, convexe dans son ensemble, ne présente plus que deux concavités, correspondant respectivement

à la rade du Croisic et au chenal du Sud. Ainsi on assiste de proche en proche, à l'envasement du Morbraz, par des eaux vaseuses venues du continent ; c'est au jeu combiné du courant des rivières (Loire et Vilaine) et des courants de la mer, que sont dûs la répartition et le transport des sédiments qui l'envahissent et lentement le comblent. Car la vitesse des eaux courantes s'y amortit, tant en raison de leur rencontre, que par la nécessité où se trouve l'eau du fleuve de s'étaler sur une large surface.

Les études de M. Bouquet de la Grye [1] fournissent les détails les plus précis sur les mouvements des courants dans la partie maritime de la Loire, distinguant le *grand courant littoral* et *les courants de flot.* Daprès ses observations, le *grand courant littoral*, à l'embouchure de la Loire, se dirige du S. au N. en passant au large de l'ile de Noirmoutier ; il s'infléchit ensuite à l'embouchure de la Loire vers les pointes de St-Gildas et de l'Eve, puis va, suivant la direction du Croisic à Quiberon, laver les rives de Belle-Ile.

Les *courants de flot* durent 7 h. 1/2, auprès de la pointe de Mindin, au S. de l'embouchure de la Loire, mais ils persistent deux heures de moins dans la grande rade de St-Nazaire, au N. de l'embouchure. Ils prédominent ainsi sur la rive sud, tandis que le jusant longe le côté nord. Sous son influence et celle du courant littoral, on voit les eaux jaunâtres de la Loire longer la côte au nord, se répandre le long du Morbihan et former une longue traînée qui va se perdre au N.-W. Les vents de W. et de N.-W. refoulent souvent l'hiver les eaux vers le sud, jusque dans la baie de Bourgneuf, où le calme relatif donne lieu à de nombreux atterrissements.

---

(1) Bouquet de la Grye : Recherches hydrog. sur le régime des côtes, 11e cahier, Loire Maritime, Paris 1882. — Dépôt des cartes et plans de la marine n° 652.

Il résulte de ces faits, comme l'a indiqué M. Partiot [1], que les vases de la Loire dont les premiers dépôts apparaissent à environ 10 kil. au-dessous de Nantes et qui commencent à former des bancs un peu en amont de Paimbœuf, se rassemblent en grande quantité dans la baie de Bourgneuf ; mais la plus grande partie est entraînée vers le N.-W. dans le Morbraz et dans l'Océan.

Ainsi le cours de la Loire explique la disposition des fonds du littoral, par la simple distribution de ses sédiments, suivant les règles de la pesanteur et les lois des courants ; aucune autre interprétation ne nous parait rendre compte des faits observés, aussi simplement et aussi complètement.

Les sables vaseux charriés par la Loire se sont déposés à son embouchure sur les côtes, jusque vers la cote — 5^m ; les vases couvrent les fonds de — 10^m et — 20^m. La figure de ces courbes de niveau montre que les eaux boueuses du fleuve exécutent leurs diramations dans le Morbraz de 3 côtés, au N. dans la baie de Quiberon, au S. dans la mer d'Yeu, et à W. suivant un pont passant entre le chenal du Nord et le chenal du Sud, donnant naissance à une masse solide dont la convexité est sensible en mer jusqu'à la cote — 90^m ; elle cesse de se faire sentir à partir de la cote — 100^m, où les courbes sous-marines sont grossièrement parallèles à la résultante des découpures du rivage.

Ces conclusions ressortent simplement de la considération successive des diverses courbes de niveau. Ainsi, *la courbe — 30^m* suivie sur la carte, réunit à la plate forme continentale les îles de Belle-Ile et d'Yeu : cette courbe ne présente plus que trois parties rentrantes concaves, correspondant à la Teignouse, au chenal du Nord et au chenal du Sud. *Les courbes suivantes, à partir de — 40^m*, ne sont

(1) PARTIOT : Annales des Ponts-et-Chaussées, 1871, p. 281.

plus influencés par l'action des îles, elles passent sans se renfler, au large de Belle-Ile et d'Yeu : la seule déformation persistante, se trouve devant le banc de Guérande, dans le prolongement du thalweg de la Loire, sous forme d'un talus tournant sa convexité en mer. *A la cote — 50*^{m}, ce talus est dévié de sa position axiale, il est refoulé au N.-W. par l'influence croissante des courants littoraux qui contrebalancent l'action jusque-là prédominante de la Loire : le chenal du Sud a disparu, celui du Nord subsiste seul.

Les contours — 60^{m}*, — 70*^{m}*, — 80*^{m}, dessinent des courbes enveloppantes à rayon de plus en plus grand, et la ligne qui joint leurs centres se déplace d'un mouvement continu vers le N.-W., sous l'influence prédominante du courant littoral. *La ligne — 90*^{m}, est à peine ondulée, ses sinuosités rappellent pour la dernière fois, l'influence du cours de la Loire : légèrement convexe suivant le 47° de latitude, elle offre au N. une dernière concavité correspondant au chenal du Nord. *Le contour — 100*^{m} n'a plus de relations avec les facteurs littoraux successivement envisagés : les produits de l'érosion littorale ou fluviale, généralement vaseux, qui arrivent jusqu'à ces fonds, sont répartis par la seule action des courants marins, jusqu'à des fonds de 200^{m}, indépendamment des forces engendrées sur le continent voisin.

Complexité du delta confluent de Loire-et-Vilaine : Il semble nécessaire de conclure de la considération des courbes sous-marines de même niveau, que le relèvement des fonds du Morbraz suivant la cote bretonne, est en relation avec les apports de la Loire ; c'est un haut fond qui appartient au delta de ce fleuve. Mais ce delta sous-marin est complexe, par suite de sa coalescence avec celui de la Vilaine ; il présente en outre des contours digités, au lieu de la forme triangulaire classique, parce que la Loire, différente des fleuves qui se rendent direc-

tement à l'Océan, se jette dans une sorte de golfe, le Morbraz : ses apports pour ce motif, ne sont ni empilés sur place, ni balayés et emportés au large, mais diversement retenus et répartis à proximité, par les multiples influences locales. Ils se partagent ; et tandis qu'une partie des alluvions est entraînée au loin en mer, le reste demeure dans le Morbraz, s'arrêtant quand la vitesse se ralentit, au passage d'un haut fond, à la rencontre d'une masse d'eau courante en mouvement dans une autre direction, suivant la direction des vents et le moment des marées. La vitesse de ces courants de marée est en effet très variable; elle s'élève à St-Nazaire (1) jusqu'à 4 nœuds à l'heure, y devient nulle au moment de la marée montante, et tombe plus ou moins dans les divers points du Morbraz.

Par suite des points d'appui que les îlots et les hauts-fonds, si nombreux dans le Morbraz, fournissent aux vases et aux sables, l'atterrissement chemine dans cette mer, d'aval en amont, relativement à la Loire, formant des ponts qui finissent par rejoindre la terre ferme et diviser les eaux fluviales entre des chenaux multiples. Le résultat final de leur accumulation serait de combler le Morbraz, en y réservant des étangs saumâtres, et un chenal profond principal, le *chenal du Nord*, ouvert au midi du Four et de Belle-Ile. Ainsi la continuation des processus actuels de sédimentation, poursuivis pendant un temps suffisant, déplacerait l'embouchûre de la Loire de St-Nazaire à Belle-Ile, pour le plus grand avantage de la navigation en Loire.

Ces conclusions basées sur la figure du dépôt sont d'accord avec celles ou était arrivé M. Partiot (2) en partant des mesures directes, prises par les ingénieurs hydro-

---

(1) KERVILER : Description du Port de St-Nazaire, Paris 1883, p, 96.
(2) PARTIOT : Annales des Ponts et Chaussées, 1871, p. 290.

graphes : « Les chiffres de M. Bouquet de la Grye démontrent, écrivait-il, que les bancs s'étendent et s'exhaussent. Les bancs tendent à devenir des îles et la baie une partie du fleuve. Mais en même temps les chenaux gagnent en profondeur et le volume d'eau qu'ils contiennent au-dessous de l'étiage augmente. »

Part de la Loire dans l'envasement du Morbraz : La Loire est le principal instrument de l'apport des dépôts qui s'effectuent dans le Morbraz, fonction qu'elle doit à la masse de ses eaux [1], à l'étendue de son bassin drainant des contrées imperméables, à la forte pente de ses parties supérieures et a son régime torrentiel [2]. Les nombreux travaux [3] publiés sur cette rivière, ses crues et ses alluvions, ont rendu classique la quantité considérable des matières qu'elle charrie : on a vu des dépôts de vase de 0m08 d'épaisseur, s'opérer sur les cales de Paimbœuf en une seule marée par temps calme, et on a calculé que le bassin de St-Nazaire se relèverait de 1m par an, si on ne draguait pas les vases. D'après les renseignements recueillis par M. Comoy [4], Inspecteur général des Ponts et Chaussées, on sait qu'il tombe dans la Loire 2.300.000 mc. de sable annuellement, dont une partie se dépose sur les

(1) Débit de la Loire en étiage à St-Nazaire d'après M. Joly : vive-eau 125.000 mc. par seconde, morte eau 5600 mc. par seconde.

(2) MARCHAL : Sur la nature et l'origine des alluvions à l'embouchure des fleuves qui débouchent dans la Manche : Annal. des Ponts et Chaussées, 3e ser. T. 4. 1854. p. 205.

(3) LEFERME : Mém. sur l'envasement et le dévasement du Port de St-Nazaire, Annal. des Ponts et Chaussées, 1869, T. XVIII. p. 15-50.

KERVILER : Description du Port de St-Nazaire, Paris 1883.

BOUQUET DE LA GRYE : Rapport sur le régime de la Loire maritime, Paris 1882. Dépôt des cartes et plans de la marine no 652.

(4) COMOY : Renseignements sur les crues de la Loire et de ses affluents, Paris, Dunod 1861. 1866.

rives convexes, et le reste va à la mer. Entre Nantes et St-Nazaire, le fleuve dépose annuellement 659.300 mcb. de sable et de vase d'après les évaluations de M. Bouquet de la Grye ; au delà de St-Nazaire, dans la partie maritime du fleuve, les matières entraînées par le jusant se répartissent de diverses façons, tandis qu'une portion va se déposer sur le banc des Morées et dans le S. E. de l'estuaire, le reste suit le chenal, sans y demeurer, et arrive sur la barre. Là il se produit encore un arrêt [1] ; tandis qu'une dernière portion de ces sables franchit la barre et est portée, suivant les circonstances, dans le Morbraz par le courant de flot, soit au large par le grand courant littoral, soit parfois dans la baie de Bourgneuf par les vents dominants du N. W. et par les vagues.

La proportion des sables de Loire qui pénètrent dans la baie de Quiberon est relativement faible. M. Partiot [2] d'après l'examen des sables de la côte, la croit même nulle : les sables de Mindin au Pouliguen sont des sables de Loire, ceux du Croisic et du bourg de Batz ont une nature toute différente ; ils sont très blancs et beaucoup plus gros. Auprès du Pouliguen, il y a un point de séparation tranchée et les sables de Loire ne vont pas plus loin : ses vases seules pénètrent dans le Morbraz, avec le flot. Les sables du bassin de la Vilaine pénètrent seuls dans le Morbraz lors du jusant et ils y demeurent.

Entre les deux deltas de la Loire et de la Vilaine, et vers leur limite, se trouve la Baie du Trait, envasée par les alluvions de la Loire. La répartition des sédiments dans

(1) La barre extérieure du fleuve s'est élevée de 0m70 depuis 1864 d'après les mesures de M. Bouquet de la Grye ; elle s'est soulevée et beaucoup déplacée. Mais la passe, d'après M. Kerviler, conserverait une hauteur constante sur la barre, et s'approfondirait même lors des crues d'hiver.

(2) Partiot : Annales des Ponts et Chaussées, 1871, p. 286.

cette baie montre bien qu'elle était autrefois réunie à celle du Pouliguen, et que la presqu'île où se trouvent aujourd'hui Le Croisic, Batz et le Pouliguen, formait alors deux îles séparées par un bras de mer. D'ailleurs dans tous les documents anciens jusqu'au XVIe siècle, Le Croisic est toujours désigné comme situé dans l'île de Batz.

De nos jours, les courants de flot et de jusant, violents dans le goulet du Trait (4 nœuds), sont insensibles dans les passes de la Turballe ; il existe assez ordinairement dans la rade du Croisic un courant littoral dirigé vers le N. ou vers le N.-W. qui fait remonter vers le N., les sables enlevés aux dunes de Penbren (1). Il en est de même dans la baie du Pouliguen, où les sables cheminent de E. à W., des dunes d'Escoublac vers la plage du Pouliguen ; au fond de cette baie, les lames les ramènent vers la plage, où ils s'élèvent, s'assèchent, et où le vent du N.-W. les reprend pour les retransporter à nouveau sur les dunes d'Escoublac (2).

Contribution de la Vilaine à l'envasement : La Loire toutefois ne travaille pas seule à envaser le Morbraz, la Vilaine notamment collabore activement à ce résultat. En été, les marées de la Vilaine sont extrêmement vaseuses, et le lit de cette rivière dans les années sèches s'obstrue même entre Redon et l'embouchure de l'Ouest ; le lit se dévase naturellement par les crues de l'hiver suivant, les plus hautes crues excédant de 1^m à Redon, les hautes mers de vive eau. L'érosion littorale des côtes est très importante dans l'estuaire de la Vilaine et l'on reconnaît les alluvions grossières qui en proviennent jusque sur les rives de Belle-Ile : le contour — 10^m montre avec évidence l'importance du delta de la Vilaine et son indépendance

(1) BONAMY : Descript. des Ports de France, Paris, Le Croisic, p. 539.
(2) BONAMY : Id. Le Pouliguen, p. 619.

de celui de la Loire. Le Banc de la Recherche, au large de la Vilaine, montre encore par sa forme, allongée suivant le thalweg de cette rivière, l'influence de son courant dans le Morbraz. La Vilaine contribue donc plus que la Loire, dont les eaux ne peuvent entrer dans le Morbraz lors du jusant, à combler de ses sables et de ses vases cette mer intérieure ainsi que la baie de Quiberon. Mais ses eaux se mêlant à celles de la Loire, lorsqu'approche le moment de l'étale, on ne peut longtemps distinguer les sédiments vaseux qui proviennent de l'un ou l'autre de ces bassins, et il n'est plus possible de délimiter leurs deltas au-dessous de la courbe — 10^m.

Les sédiments sableux conservent plus nettement leurs caractères respectifs, et permettent ainsi de reconnaître que les sables du N. du Morbraz proviennent du bassin de la Vilaine et non de celui de la Loire. La baie de Quiberon doit être regardée comme un lac de décantation de la vallée de la Vilaine, dont les eaux sortent ensuite claires par les émissaires de la Teignouse et de Béniguet : c'est dans cette baie, que viennent aboutir toutes les alluvions lourdes de la Vilaine et de ses affluents stannifères (vallées de Bréman, Castillon, Pendelan, Gueheno, Serent, Lizio, St-Servant [1] et des dragages méthodiques dans cette mer intérieure, à la recherche des amas stannifères descendus avec les eaux de la Vilaine, mériteraient d'être tentés.

Action inverse des affluents du Morbihan, et des chasses de son embouchûre : Tandis que les dépôts qui s'effectuent au centre du Morbraz se rattachent assez directement à l'érosion des bassins fluviaux de la Vilaine et de la Loire, il n'en est plus de même dans les baies de Quiberon et de Bourgneuf, aux deux extrémités de cette mer, où les rivières affluentes remplissent un rôle tout particulier.

(1) A. CAILLAUX : Tableau général des mines métalliques de France, p. 228 (cité par M. de Limur).

Dans ces rias en effet, les sédiments remontent vers l'amont, dans les fleuves au contraire ils descendent vers l'aval. Le mode de répartition des alluvions de ces rias est très spécial et mérite qu'on s'y arrête. Nous choisirons comme type de notre description le golfe du Morbihan, où viennent se jeter divers petits cours d'eau (Vannes, Auray, Noyalo, etc.) représentés sur notre Pl. V ; ce que nous en dirons s'appliquerait aussi bien aux rias voisines de Crach, de Penerf, ainsi qu'à celles qui se jettent dans la baie de Bourgneuf.

Quand on parcourt le Morbihan à marée basse, on est surpris de voir la quantité de vase qui affleure, emplissant toutes les anses et formant de véritables plaines semi-fluides, ou parfois consolidées et fixées par les zostères dans sa portion S. E. : la quantité de ces vases est telle, qu'elle rappelle celle des polders et les accumulations des grands fleuves qui charrient, le Rhin, la Meuse, l'Escaut, la Loire. Et pourtant on ne voit aboutir dans le golfe du Morbihan que des rivières sans importance, des ruisseaux. Les apports fluviaux sont nuls ou à peu près dans le Morbihan et les alluvions qui s'y accumulent ont une toute autre origine : ils doivent leur origine à l'action du courant de flot, et viennent de l'aval au lieu de descendre de l'amont.

Bien que les eaux des grands fleuves se débarassent dans le Morbraz, lors du calme de l'étale, des matières qu'elles entraînent et d'une partie de celles qu'elles tiennent en suspension, une notable partie de celles-ci entre cependant dans le Morbihan avec le flot. Les mesures de M. Leferme [1] en donnent la preuve positive : ses expériences ont montré que les proportions de matières solides en suspension dans les eaux de la Loire à son

(1) Leferme : Mémoire sur l'envasement et le dévasement du Port de St-Nazaire, Annal. des Ponts-et-Chaussées, 1869. T. XVIII. p. 15. 50.

embouchûre, lors du flot, atteignaient les 2/3 de celles qu'on y trouve lors du jusant. A ces vases, viennent se mêler les produits de la désagrégation des côtes, attaquées lors du flot, par l'action combinée du vent et des vagues. Les vents contribuent puissamment à déterminer le transport dans le sens du flot, vers l'amont, car les courants dûs à la transmission de la marée subissent aussi l'influence des vents et l'on sait que les vents d'aval du N.-W. au S.-W. sont les vents dominants.

Les sables et les vases, emportés en suspension, pénètrent avec les eaux du flot dans toutes les anses, baies et embouchûres du golfe ; mais le maximum de vitesse des eaux s'observant 2 h. avant et 2 h. après la pleine mer [1], ce n'est que vers le plein, et surtout entre le moment de la marée et celui du renversement du courant (soit pendant une heure à Port-Navalo), que s'effectue une sédimentation active, partout où les troubles perdent leur vitesse ou rencontrent une force qui contre-balance l'action du jusant. Ainsi le dépôt des sédiments légers se forme surtout dans le Morbihan, lors du plein, c'est-à-dire en amont, dans les points où le jusant rencontre des obstacles suffisants ; et le dépôt croit en quantité, proportionnellement aux difficultés qu'éprouve le jusant.

La nature a apporté des obstacles aussi puissants que nombreux au jusant qui descend du Morbihan ; il y a lieu en effet de considérer comme tels, la position des vents dominants qui le retiennent, la forme si déchiquetée des côtes, les découpures des rives, les abris fournis par d'innombrables îles, la longueur de ce golfe d'embouchûre, l'absence d'affluents importants, et enfin le retard du courant de jusant lui-même, qui ne commence dans le golfe que lorsqu'il a déjà acquis une force considérable sur

(1) Bonamy : Description des ports de France, 1879, p. 557.

la côte du large. Retenue par tant de causes de ralentissement, une portion des alluvions, voire même les plus légères, n'a pas le temps de sortir du Morbihan, dans l'intervalle d'une marée. Quant aux parties grossières, sables et galets, provenant de l'attaque des falaises, et que le courant entraîne en les roulant sur le fond, il leur est complètement impossible de sortir du Morbihan. On sait d'après les mesures de M. Comoy (1) sur les vitesses des sables dans la Loire que ces vitesses étant de 2m24 en été, et de 9m en hiver, leur parcours peut être estimé à 2055m pendant l'année entière ; mais le chemin parcouru par le sable dans le Morbihan ne saurait être aussi grand, en raison de la prépondérance du flot. Leur déplacement dans un sens, n'étant que la différence des déplacements dans les deux sens contraires, ils atteignent rapidement, après un certain nombre de déplacements de ce genre, aller et retour, une ténuité suffisante pour flotter, et sortent alors du Morbihan à l'état de vase, avec le jusant, ou vont s'échouer en amont avec le flot, au moment du plein.

Les eaux des rias de la côte morbihannaise, triturent donc sur place les sédiments grossiers et ne transportent que des vases légères, qui subissent un mouvement continuel de l'aval à l'amont et réciproquement : au moment du plein il se produit un calme et par suite un précipité, qui tantôt sera fixé par les prairies de zostères, ou ira contribuer à la formation des marais salants, si les vagues s'en emparent et le rejettent à la plage.

Le Morbihan ne peut former de delta à son embouchure dans le Morbraz, parce que les eaux en sortent presque claires. Les vases triturées les plus fines sont seules remportées en mer, et les eaux du jusant à leur sortie du Morbihan ne charrient plus de sable qui puisse tomber

(1) Comoy : Renseignements sur les crues de la Loire et de ses affluents, Paris, Dunod, 1861 et 1866.

dans la passe de Port-Navalo et donner lieu à la formation d'un delta.

La finesse des sédiments qui sortent du Morbihan, suspendus dans les eaux du jusant, leur permet de flotter plus longtemps ; ils se déposent à marée basse dans le Morbraz, lors de l'étale, mélangés aux matières vaseuses descendues des bassins de la Vilaine et parfois de la Loire, avec lesquelles elles se confondent entièrement. L'apport du Morbihan dans la formation de la barre à son embouchure est minime, comparé à celui que l'on doit attribuer aux eaux si chargées de la Vilaine ; c'est ce que suffirait à établir en dehors de toute autre considération, la dissémination générale des sables à gemmes de la Vilaine sur toutes les grèves de la baie de Quiberon.

Les embouchures du Morbihan et des autres rias morbihannaises, comparées à celles de la Loire et de la Vilaine, en diffèrent parce qu'au lieu de posséder un delta traversé par un ou plusieurs chenaux obstrués par une barre, elles ne montrent qu'un chenal avec barre sans delta. Cette différence est mise en relief sur les cartes (voir Pl. V) par la disposition des courbes de niveau, convexe en aval pour les fleuves à delta comme la Vilaine, et concave en aval pour les rias sans delta comme le Morbihan.

Les barres de ces rias ont en outre une disposition toute différente au N. et au S. de la presqu'île de Quiberon : au N. de cette presqu'île, les barres des rivières d'Etel, de Lorient, sont placées à l'embouchure même de ces rivières, à l'intersection de la ligne du rivage actuel ; au S. de Quiberon, les barres des rias de Crach, d'Auray, de Vannes, de Penerf, ne coïncident plus avec l'intersection du rivage, mais sont reportées plus ou moins loin en mer.

Ces rias prolongent ainsi leur lit en mer, suivant des vallées submergées dans le Morbraz, jusqu'à leur barre, située à plusieurs kilomètres en mer. La disposition est

analogue à celle que produirait une oscillation du sol abaissant sous les eaux marines, les vallées d'une région littorale, creusées à l'air libre. La planche V reproduit ici l'aspect des barres de deux de ces rias (Crach et Morbihan) d'après les cartes du Dépôt de la Marine. La ria de Crach, comme la ria de Penvins, montrent bien leur vallée sous-marine, quand on trace la courbe de niveau de — 5m ; le golfe du Morbihan, plus important, dévoile mieux le phénomène suivant la ligne — 10m, qui prolonge le thalweg jusqu'à 4 kil. de la côte et fait voir la barre du Morbihan au voisinage de l'île marine de Méaban.

L'analogie de ces chenaux avec des rivières creusées à l'air libre est toute superficielle ; car outre qu'on ne comprendrait pas que ces vallées ne fussent pas comblées comme celle de la Loire, par la sédimentation si active de nos jours dans le Morbraz, il arrive que ces sillons s'allongent au lieu de s'effacer, poussant leur barre de plus en plus loin en mer, à mesure que les alluvions s'ajoutent aux alluvions : ces rias travaillent sans cesse à creuser leur thalweg dans les boues marines qui s'accumulent dans le Morbraz.

On voit, de la sorte, que tandis que la Loire remblaie son embouchure en y construisant un delta, le Morbihan et les rias voisines déblaient sans cesse leur embouchure en draguant leur chenal dans les sédiments accumulés par la Loire et la Vilaine.

Cette différence de régime peut être attribuée à diverses causes; mais elle a cette résultante inverse, pour les troubles de ces estuaires, qu'ils se précipitent surtout lors de l'étale du flot dans le Morbihan, et lors de l'étale de jusant dans le Morbraz, fournissant ainsi un exemple de la lutte incessante qui se continue dans ces mers intérieures, entre les eaux salées et les eaux douces : les premières l'emportent dans le Morbihan où elles reportent les dépôts

en amont de l'embouchure, les secondes triomphent à leur tour dans la Loire, transportant les troubles en aval.

Lors du flot, en effet, la lame ne rejette pas vers l'amont, au delà du banc de Bilho [1], les sables que charrie la Loire dans son estuaire ; ces alluvions après avoir tourné autour du banc des Morées arrivent finalement à la mer, grace à l'action continue des courants et à l'excès du volume des eaux du jusant sur celles du flot. D'autre part, l'eau des grands fleuves d'eau douce du Morbraz, à leur embouchure dans la mer [2], s'étale à la surface en une couche mince, sous laquelle l'eau de mer en repos constitue une sorte de coussin protecteur pour les vases déposées au fond, et accumulées en forme de delta : elles sont donc peu dérangées par le jusant. Il n'en est plus de même pour le Morbihan et les rias voisines, où le dépôt s'effectue lors du flot et dans lesquelles la quantité d'eau douce que déversent les affluents est insignifiante relativement à la masse d'eau marine qui les inonde à la marée montante ; l'excès des eaux de jusant est insignifiant. Il y a tous les jours et à deux reprises, une crue d'eau salée qui monte et descend alternativement le Morbihan, passant à son embouchure avec une vitesse de 7 à 8 nœuds. Ces eaux marines agissent alors comme une écluse de chasse, qui balaie le chenal, le creusent dans les alluvions apportées par la Vilaine et déposées lors de l'étale, car ces alluvions ne peuvent demeurer que sur les bords de ce chenal, là où l'équilibre s'établit entre la force du courant et celle de la mer.

Le flot entre dans le golfe du Morbihan avec une rapi-

---

(1) Bouquet de la Grye : Rapport sur le régime de la Loire Maritime, Paris, 1882, p. 42.

(2) Les eaux de la rade de St-Nazaire contiennent 2/5 d'eau douce (densité 1,017) d'aprés M. Kerviler (Description des ports de France, 1879, p. 105).

dité moindre, mais le jusant dans les vives-eaux atteint près de l'île Longue et de Berder des vitesses de 9 nœuds à l'heure; vis-à-vis de Port-Navalo, à l'entrée du Morbihan, on trouve des vitesses de 7 à 8 nœuds au moment où les eaux en balaient l'entrée, remplissant l'office d'une écluse de chasse. Au delà les vitesses sont considérablement ralenties ; dans la baie de Quiberon, les courants de marées ne dépassent pas habituellement $1^{n}2$ à $1^{n}7$ et $2^{n}5$ dans le Passage de la Teignouse.

Ainsi le chenal du Morbihan est une passe où un courant de 7 à 8 nœuds, entretient la profondeur de 10^{m}, empêchant tout dépôt et affouillant même les sédiments accumulés dans le Morbraz, lors de l'étale, que ce soient des sables charriés par la Vilaine lors du jusant, ou des vases de la Loire et de la Vilaine venues avec le flot.

De même, les rias de Crach, de St-Philibert, de Pénerf, creusent des passes moins profondes dans ces alluvions, et les entretiennent par la prédominance des courants de jusant sur ceux de flot, grâce aux chasses naturelles qui se produisent par suite de l'emmagasinement des eaux à l'amont dans les nombrenses anses de ces rivières.

On observe encore des faits analogues au S. du Morbraz, dans la baie de Bourgneuf, envasée depuis quinze siècles par les apports de la Loire [1]. Ainsi l'étier du Dain, émissaire par lequel se dessèchent les vastes marais de Machecoul, présente en avant de son embouchure une plage vaseuse à pente très adoucie, à travers laquelle il doit s'ouvrir un chenal jusqu'à la laisse de basse-mer : ce chenal a 3 kil. de long.

---

(1) JOLY : Description des ports de France, 1879. On doit à M. Dingler, auquel nous les empruntons ici, d'intéressantes observations sur les progrès historiques de cet envasement (Même publication, p. 409).

Le détroit de Fromantine complique le phénomène des marées dans la baie de Bourgneuf, en même temps qu'il explique l'accumulation des vases dans cette baie et la formation des marais et des polders de Machecoul et de Challans. En effet la faible largeur et le rétrécissement du goulet de Fromantine retardent considérablement le flot venu du large, du côté de l'ouest ; au contraire, du côté du nord, dans la baie de Bourgneuf, le flot portant les troubles de la Loire arrive librement et ses eaux tranquilles déposent les vases dont elles étaient chargées. Ce dépôt ne s'arrête que quand la mer a recouvert le passage du Goa, qui est la ligne de faîte du fond de la baie de Bourgneuf, alors le jusant s'établit dans le goulet et y dure 8 h., tandis que le flot n'avait duré que 4 heures [1].

De la baie de Bourgneuf à la baie de Quiberon, dans toute son étendue, le fond du Morbraz est donc envasé : les marées et les courants marins qui portent au large, ne le débarassent qu'en partie des troubles apportés par les crues de la Loire et de la Vilaine.

Une quantité considérable de ces alluvions y demeure, s'y transforme diversement sous l'action des agents mécaniques, organiques ou chimiques, et s'y répartit suivant les lois qui régissent le transport des matériaux, amortissant les grains de grosseur variée suivant la vitesse de l'eau aux différents points, selon les frottements subis et les obstacles rencontrés. Ils y forment des *deltas* de forme caractéristique, en lentilles convexes, enchevêtrées, à l'*embouchûre des fleures* d'eau douce chargés, d'alluvions continentales, et des *sillons* sous-marins à l'*entrée des rias* d'eau salée, où prédomine l'action des marées.

Application de ces données aux contours paléo-géographiques : Il ressort de ces observations, que l'examen des courbes

---

(1) DINGLER : Ports de Vendée, p. 113.

de niveau sur une carte marine, ne saurait donner des indications suffisantes au géographe qui voudrait reconstituer une ancienne ligne de rivage submergé. Ces indications loin d'être suffisantes sont souvent faussées, et se trouvent même assez inexactes dans le présent cas, puisqu'au lieu de tracer des vallées noyées devant les rias, et des vallées émergées devant les fleuves, comme l'exigeraient les courbes d'égal niveau des cartes marines, il devrait presque faire le contraire dans le Morbraz, pour reconstituer le contour correspondant à un relèvement de 10m du niveau de base.

On constate en effet que les vallées sous-marines des rias du Morbihan n'étant que des passes, ouvertes dans un barrage par des eaux de jusant emmagasinées, ne pourraient exister lors d'un relèvement de 10m, dont le premier résultat serait d'assécher le golfe, et de le remplacer par une petite rivière d'eau douce. De son côté, la Loire, au lieu d'exhausser le Trait et d'élever ses ponts sous marins, comme de nos jours, approfondirait son thalweg en mer, suivant l'alignement des affleurements éocènes, qui sous forme d'écueils, jalonnent un de ses anciens lits.

Les contours de la côte du Morbihan, dans l'hypothèse d'un relèvement de 10m du niveau de base, différeraient donc davantage des figures fournies par la côte — 10m qu'on eut pu le supposer. Or ce relèvement n'est pas purement imaginaire, et les contours correspondants se sont trouvés réalisés lors de la période néolithique [1]. M. Kerviler [2] a montré que le fond de la baie de Penhouet se trouvait à 2m au-dessous du niveau actuel lors de l'invasion romaine, à 4m au-dessous de ce niveau au VIIe

(1) G. de la Noe : Note sur la Géogr. ancienne de l'embouchure de la Loire, Bull. Géogr. hist. 1889, n° 1.

(2) Kerviler : Armorique et Bretagne, Paris, Champion, T. I, 1893.

av. J.-C. et à 27ᵐ au début de la période géologique actuelle. Le fond de la Loire, à Nantes était alors à 25ᵐ au dessous du niveau actuel d'après M. Joly [1] ; le fond de l'étier du Dain, dans la baie de Bourgneuf à 20ᵐ d'après M. Dingler, [2] le fond du Brivet à 11ᵐ à Pont-Château, à 18ᵐ à Besné d'après nos observations. De même dans le Morbihan, M. de Closmadeuc [3] a reconnu que l'ancien niveau de base était au minimum à 7ᵐ sous le niveau actuel. Mais ces faits n'appartiennent plus au domaine des phénomènes actuels qui font l'objet de cette note, et nous remettrons à un prochain essai, la coordination des oscillations du sol de ces rivages.

CONCLUSIONS

Les mers intérieures du Morbihan et du Morbraz, envahies par des dépôts variés, fournissent un exemple remarquable de la formation contemporaine de sédiments divers, distincts à la fois par leur composition lithologique, leur faune et leur genèse. Considérés à ce dernier point de vue, ces dépôts se classent de la façon suivante :

Sédiments clastiques :	1. Galets.
	2. Sables à gemmes.
	3. Sables quarzeux.
	4. Sables vaseux.
	5. Vases argileuses (argiles).
Sédiments organiques :	6. Vases calcareuses (marnes).
	7. Sable coquillier (crag calcaire).
	8. Vases tourbeuses (tourbes à zostères).
Sédiments chimiques :	9. Dépôts de chlorure de sodium.
	10. Dépôts de gypse.
Sédiments éoliens :	11. Sables des Dunes.

Inégalement répartis dans des conditions spéciales, ou

(1) JOLY : Descript. des Ports de France, 1879. Port de Nantes, p. 282.

(2) DINGLER : Description des Ports de France, 1879, p. 409. Ports de Vendée.

(3) DE CLOSMADEUC : Le Cromlech d'Er-Lanic, Bull. Soc. polymathique du Morbihan, Vannes, 1882.

à des profondeurs inégales, ces divers sédiments se forment sous nos yeux dans ce bassin maritime, sans qu'aucun mouvement du sol n'intervienne pour déterminer leurs différences.

Les nappes qu'ils constituent affectent des formes lenticulaires et on observe des points où les bords de ces lentilles se recouvrent, donnant ainsi un exemple de superpositions stratigraphiques, analogues à celles que présentent les assises différentes qui se sont succédées dans les temps géologiques.

Les caractères stratigraphiques et lithologiques des accumulations littorales du Morbihan rappellent ceux de divers dépôts de nos bassins tertiaires ou houillers, dont les variétés et les modifications sont généralement attribuées à des ondulations du sol. Si le Morbihan venait à être exondé, et que la continuité de ses dépôts vint à être déformée par des érosions et des dénivellations, il semblerait rationnel d'expliquer leur variété par des mouvements contemporains du sol.

La géologie générale trouve ainsi un enseignement dans la recherche des conditions qui ont présidé à la répartition des alluvions bretonnes et ont déterminé leurs variations, puisque les causes actuelles qui continuent à agir sous nos yeux, suffisent à les expliquer simplement. Les instruments de ces conquêtes de la terre sur le domaine maritime sont les rias bretonnes dans le Morbihan, les fleuves de la Loire et de la Vilaine dans le Morbraz.

Nous avons vu en effet que l'envasement du Morbihan était dû, pour une grande part, au barrage produit vers son embouchure par les courants du Morbraz. De même le comblement de la baie de Quiberon, terminaison du Morbraz, est imputable au ralentissement des courants de marée, dont la diminution de vitesse retient dans cette baie les vases et les sables à gemmes, caractéristiques du

bassin de la Vilaine. Enfin l'envasement de l'estuaire même de la Loire, de Belle-Ile à l'île d'Yeu, est permis parce que la mer a un jeu de marées peu sensible, parce qu'aucun courant cotier assez régulier ne longe la côte, balayant les alluvions à mesure qu'ils descendent, et parce que la pente du fond ne s'accroît pas trop brusquement, mais est au contraire encombrée d'îlots qui servent d'appui aux sédiments. Ainsi la Loire ne fournit pas seulement ici un exemple d'un grand fleuve envahissant son estuaire à la faveur de ses alluvions ; mais elle s'est montrée de plus capable, grâce à une suite d'actions réflexes, d'envaser deux mers (Morbihan et Morbraz), en les remplissant de matériaux issus de bassins voisins, et elle a produit sur ces côtes une apparence générale que l'on aurait pu à priori attribuer à un exhaussement du sol terrestre.

Si en terminant, on veut prendre en considération l'immense étendue des bassins hydrographiques de la Loire et de la Vilaine, on reconnaîtra que l'envasement du Morbraz résultant de l'érosion par les rivières du quart de la superficie de la France, doit être rangé parmi les travaux les plus considérables qu'accomplissent de nos jours les agents atmosphériques dans notre pays. Et cette grande œuvre trouve sa conclusion en la mer littorale du Morbraz, dans la transformation contemporaine de ces alluvions clastiques en sédiments aussi variés par leurs caractères que par leur composition.

Séance du 17 Décembre 1896

M. **Delanghe,** étudiant à la Faculté des Sciences, est élu membre de la Société.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante :

Le Cénomanien de la Normandie et du Sud de l'Angleterre

par **MM. A. J. Jukes-Browne** *et* **W. Hill**

Cet essai est le développement d'une étude communiquée à la Société Géologique de Londres et publiée dans son journal sous le titre « A Delimitation of the Cenomanian, being a comparison of the corresponding beds in the north-west of France and the south-west of England » [1], où nous nous étions proposés de comparer en détail les coupes des deux contrées, et de rechercher la limite inférieure du Cénomanien en Normandie.

Les assises qui font l'objet de ce mémoire sont connues en Angleterre sous les noms de *Gault*, d'*Upper Greensand*, de *Lower Chalk ;* en France elles correspondent aux étages *Albien* et *Cenomanien*. Nous pensons qu'il y a plus de raisons pour grouper ces assises en deux divisions, plutôt qu'en trois étages ; mais à quel niveau convient-il alors de tracer entre elles la limite la plus naturelle ?

Nous commencerons par décrire les coupes Anglaises parce que les couches qui forment le Gault et l'Upper Greensand offrent un plus beau développement dans le Sud de l'Angleterre que dans le Nord de la France. La coupe de l'Ile de Wight sera d'abord considérée, parce qu'elle est très complète et parce qu'elle est aussi connue des géologues Français que des géologues Anglais, grâce aux mémoires de M. Ch. Barrois.

---

(1) Quart. Journ. Geol. Soc., vol. LII, p. 99.

1. Sud de l'Angleterre

Ile de Wight. — Près de Ventnor et de Niton on relève la série suivante :

			Pieds anglais
	10.	Marne à *Belemnitella plena* . . .	6
Lower Chalk (209 ½)	9.	Craie blanchâtre et massive. . . .	80
	8.	Alternances de marnes et de couches de craie grise dure.	120
	7.	Craie glauconifère avec phosphate .	3 ½
	6.	Glauconie marneuse	4
Upper Greensand et Gault (257)	5.	Sables glauconieux avec « cherts » .	26
	4.	Grès glauconieux massifs (freestone).	8
	3.	Sables fins micacés verts et jaunes avec lits de grès calcareux . . .	73
	2.	Marnes micacées sableuses	43
	1.	Argiles micacées (Gault).	103

On voit que nous avons classé les assises en deux étages, l'un contenant le Lower Chalk avec le « Chloritic Marl » à sa base, l'autre comprenant l'Upper Greensand et le Gault, étage qui serait, d'après nous, argileux dans l'Est de l'Angleterre et sableux dans l'Ouest. Quant à la corrélation des faciès divers de la zone à *Amm. Rostratus* nous partageons les vues de M. Ch. Barrois, mais nous nous éloignons de lui lorsqu'il sépare le Gault inférieur du Gault supérieur (zone à *Amm. rostratus*), pour rattacher ce dernier terme au Lower Chalk, comme partie intégrante de l'étage Cenomanien.

Les marnes sableuses (n° 2) de l'Ile de Wight, ont été classées par quelques-uns dans le Gault, par d'autres dans l'Upper Greensand : c'est qu'il n'y a là aucune limite définie entre le Gault inférieur et la zone à *Am. rostratus*.

Le banc de grès, regardé comme base de cette zône, près de Ventnor, par MM. Norman (1) et Parkinson (2) ne

(1) Geol. Mag. Dec. II, vol. IX, p. 446.
(2) Quart. Journ. Geol. Soc., vol. XXXVII, p. 370.

se retrouve pas au Nord de l'Undercliff ; tandis qu'on a recueilli l'*Amm. rostratus* dans les marnes sableuses de Compton Bay inférieures à ce niveau.

Il est tout aussi difficile de fixer la limite supérieure de la zone à *Amm. rostratus* : M. Barrois avait fixé cette limite au niveau d'un sable vert contenant des nodules de phosphate de chaux, en se basant sur le seul fait de la présence du *Pecten asper* dans ce sable : mais il n'y a pas là de banc limite bien marqué et on ne peut même suivre facilement ce niveau dans l'île tout entière. Enfin le *Pecten asper* lui-même est un fossile rare, tant dans ce sable que dans les *Chert-Beds*. Ces lits exploités comme pierre de taille (n° 4) sont disposés en lentilles locales qui ne se retrouvent pas le long de l'axe central de l'île. A ces couches succèdent les sables (n° 5) qui contiennent les cherts (ou silex calcédonieux) et que nul géologue anglais ne détachera du Upper Greensand pour les rattacher à la Lower Chalk. Les couches n°s 1 à 6 constituent l'étage du Gault et l'Upper Greensand réunis.

Malgré un passage lithologique apparent entre l'*Upper Greensand* et la *Lower Chalk*, il y a entre ces divisions un changement rapide d'une sorte de sédiment à une autre, et surtout il y a dans la faune un changement subit et important.

Les auteurs qui ont décrit avant nous la coupe de Ventnor ont considéré une couche de grès dur au sommet des Chert-Beds (n° 5) comme formant le sommet de l'Upper Greensand, et le sable jaune-verdâtre au-dessus comme une partie du « Chloritic Marl ». Nous croyons qu'ils ont fait erreur. L'un de nous ayant fait un examen attentif de cette coupe en 1880, et recueilli les fossiles des couches de passage, a reconnu que les 4 ou 5 pieds de sable glauconieux supérieurs aux Chert-Beds se rattachaient par leur faune à l'Upper Greensand et qu'ils ne

renfermaient aucun des Céphalopodes caractéristiques du Chloritic Marl.

Il a reconnu dans ce sable (n° 6) *Pecten asper, Ostrea vesiculosa, Holaster lævis, Cardiaster fossarius,* fossile qui ne passe pas au-dessus. Le sable devient marneux en haut passant à la craie glauconifère, (n° 7) remplie de nodules et de fossiles en phosphate de chaux, parmi lesquels *Ammonites varians, Am. Mantelli, Am. navicularis* sont très communs, avec *Turrulites Morrisii, T. tuberculatus* et *Stauronema Carteri,* spongiaire caractéristique de ce niveau. La succession près de Ventnor est la suivante (Les numéros ne correspondent plus aux précédents) :

			Pieds anglais
Lower Chalk	6.	Craie marneuse avec grains de glauconie	5
	5.	Craie glauconieuse verdâtre, riche en fossiles et en nodules phosphatiques .	3 ½
Upper Greensand	4.	Marne très sableuse glaucomeuse, vert foncé, compacte, homogène : peu de fossiles	2 ½
	3.	Lit de nodules de grès calcareux, partiellement phosphatisés, *Pecten asper* brisés.	½
	2	Sable glauconieux, vert-jaunâtre, *P. asper*	2
	1.	Banc dur siliceux et sable vert au-dessous	

N° 1 est le banc dur du sommet des Chert-Beds; n°s 2, 3, 4 sont le sable et la glauconie qui forment ici le sommet de l'Upper Greensand, et n° 5 est le soubassement du Chalk Marl, ou assise à *Ammonites varians*. Ce n'est qu'à ce niveau dans la série qui nous occupe, qu'on rencontre une modification tranchée dans la faune et dans le caractère lithologique des couches.

Dorsetshire. — A l'ouest de l'île de Wight, cette ligne de démarcation est encore plus fortement en évidence. Près

de Swanage, la Lower Chalk a 143 pieds (41^{m}1/2) d'épaisseur, et offre à sa base un lit de nodules phosphatés, reposant sur la surface érodée d'un grès dur noduleux. Ce grès renferme *Pecten asper*, mais il passe en bas à un sable vert avec *Am. rostratus* ; on n'observe plus de lits de cherts, et il ne paraît pas possible de scinder ici la masse de l'Upper Greensand. Cette coupe présente en résumé les divisions suivantes :

		Pieds.
Lower Chalk 143 pieds	Marne jaunâtre (zone à *Bel. plena*) . . .	6
	Alternances de craie dure blanchâtre avec lits de marne grise	84
	Craie sableuse jaunâtre, avec nodules brunâtres contenant du phosphate de chaux.	6
	Craie blanchâtre, banc dur à la base. . .	13
	Craie marneuse en bancs gris et blancs. .	30
	Marne glauconieuse avec nodules et fossiles en phosphate de chaux (Chloritic Marl) .	4
Upper Greensand 71 pieds	Grès noduleux, *Pecten asper*, *Ostrea vesiculosa*	5
	Sable vert avec nodules calcareux épars. .	4
	Sable vert sans nodules calcareux, *Amm. rostratus*	17
	Deux bancs de grès verdâtre, avec sable vert foncé entre eux.	5
	Argile sableuse bleuâtre avec trois bancs de grès, *Amm rostratus*, *Cucullæa glabra*, *Thetis Sowerbyi*, *Arca carinata*, *Vermicularia concava*.	40
Gault	Argile sableuse bleu, passant en bas à une argile plus compacte.	84 ?

A Lulworth Cove, plus à l'ouest, ces assises deviennent moins épaisses ; le contact entre le Lower Chalk et l'Upper Greensand se fait comme ci-dessus. La zone à *Pecten asper* est mieux définie et renferme quelques nodules de chert, sous le grès noduleux, mais ces sables passent insensiblement à ceux de la zone à *Am. rostratus*.

Sussex : A l'extrémité orientale de l'Ile de Wight près de Culver, les « Chert-beds » sont réduits à trois mètres d'épaisseur, et le sable vert qui renferme ces nodules siliceux passe à la partie inférieure à des grès glauconieux tendres.

Dans l'Ouest du Sussex les Chert-beds n'existent pas, mais il y a une bande de sable glauconieux qu'on peut regarder comme représentant la zone à Pecten asper.

A Eastbourne ce sable a disparu, et le Chloritic Marl avec nodules phosphatés repose sur des grès micacés et calcareux semblant appartenir à la zone à *Am. rostratus.*

Wiltshire. — Au nord de l'Ile de Wight, dans le Wiltshire, on rencontre près de Warminster, la succession suivante :

			Pieds.
3	Sable vert de Rye Hill Sables gris avec cherts Sables et grès verts	Warminster Beds ou Zone à Pecten asper	45
2	Sables gris et jaunes Malmstone (Gaize)	Devizes Beds ou Zone à Am. rostratus	100
1	Argiles micacées	— Lower Gault	70

Ces trois assises ou zônes sont assez bien définies, mais au nord-est de Warminster les cherts disparaissent et sont remplacés par des lits de grès glauconifères calcareux. Enfin au nord de Devizes l'épaisseur des sables supérieurs s'atténue rapidement, et sous la marne glauconifère à nodules, de la base du Lower Chalk, il n'y a plus que 3 mètres de sable marneux, verdâtre, sans fossiles, passant à la base à la gaize.

Ainsi, de quelque côté que l'on suive l'Upper Greensand, en partant de l'Ile de Wight, on voit varier les caractères de la zone à Pecten asper. Les lits ou nodules de chert qui la caractérisent souvent, n'ont d'autre cause qu'un développement local de spongiaires siliceux. Elle disparait

parfois complètement au N. et à E. de l'île, et quand on l'y retrouve, elle se réunit aux sables inférieurs, et non à la craie qui les surmonte.

Quant à la zône à *Am. rostratus* elle conserve une constance absolue, et comme M. Barrois l'a démontré, elle embrasse le Gault supérieur de Folkestone, les sables gris et jaunes de l'Ile de Wight, les couches de Blackdown en Devonshire. Toutefois elle est reliée si intimement avec le Gault inférieur que les géologues anglais ne consentiront jamais à une classification qui tende à séparer ces deux divisions.

Toutes les recherches récentes ont contribué à démontrer que la série des couches, connue en Angleterre par les noms de Gault et d'Upper Greensand, forment un seul et même groupe naturel, un étage, pour lequel il y aurait lieu de trouver un nom nouveau. La Craie inférieure (Lower Chalk) avec le lit de marne glauconieuse, nodulifère, à sa base (Chloritic Marl), constitue un autre étage complet, généralement très facile à distinguer du précédent.

2. Le Cenomanien en Normandie (1)

Les deux étages que nous venons de délimiter et qu'il est si facile de suivre en Angleterre, nous paraissent reconnaissables en France : nous avons cherché à retrouver leur contact et leurs limites dans les falaises du Hàvre, et en avons poursuivi l'étude jusque dans le Calvados et dans l'Orne.

Coupe du Hàvre. — Les falaises entre le cap la Hève et St-Jouin montrent la coupe suivante :

---

(1) Les recherches sur le terrain, ont été faites en France, par M. Hill.

		Pieds anglais
	9. Craie compacte blanc grisâtre . .	30 à 40
	8. Craie glauconifère grisâtre avec nodules et fossiles en phosphate de chaux.	10 à 11
Cénomanien	7. Craie jaunâtre plus ou moins glauconifère	50 à 56
	6. Craie grise et bleuâtre, avec chert et matière siliceuse	29 à 30
	5. Marne glauconieuse, sableuse, bleuâtre, avec nodules phosphatés	3 ½ à 16
Albien	4. Marne glauconieuse. gris bleuâtre, avec concrétions siliceuses . .	23 à 26
	3. Argile glauconieuse gris foncé, avec nodules phosphatés à sa base . .	10 à 11
Aptien	2. Sable brun, grossier, caillouteux .	15 à 16
	1. Sables micacés jaunes tendres . .	70

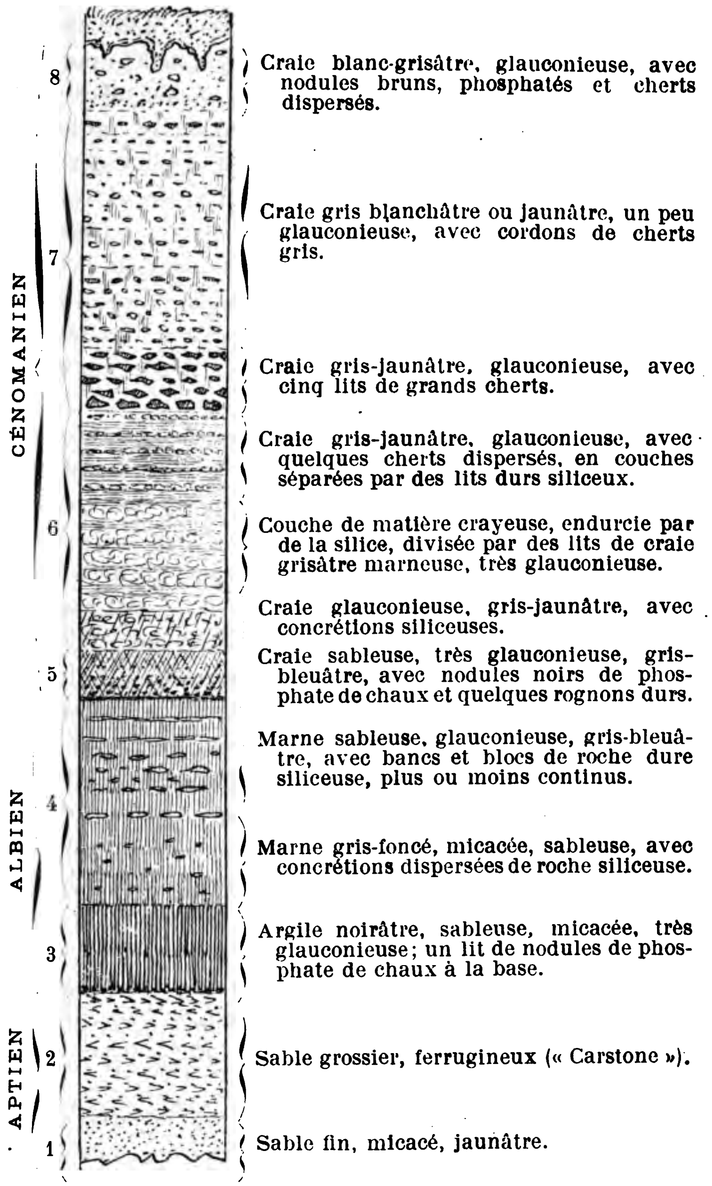
Hébert en 1875, (1) a déjà proposé une interprétation de cette coupe, il regardait comme Cénomaniennes, toutes les assises au-dessus du nº 2. Pour lui, le Gault (ou Albien) n'était représenté dans ces falaises que par le lit de nodules à la base du nº 2, qu'il croyait remaniés; néanmoins il admettait l'existence du Gault à Cauville et à Octeville. En 1880 M. Lennier assimilait respectivement (2) les couches 3 et 4 au Gault et à la Gaize, et donnait en même temps une description générale des couches qu'il regardait comme cénomaniennes : pour lui le lit nodulifère (nº 5) commençait cette série. M. de Lapparent partagea cet avis en 1868, quand il fit observer qu'au cap la Hève « la craie glauconieuse à silex repose sur les couches à *Am. inflatus* qu'il assimilait à la Gaize (3).

(1) Ondulations de la Craie, Bull. Soc. Géol. de France, 3e Série t. III, p. 516.

(2) Bull. Soc. Géol. de Normandie, vol. VI, p. 350.

(3) Bull. Soc. Géol. France. Sér. II, Tom. 25, p. 868.

Tableau de l'Albien et du Cénomanien au cap la Hève



Echelle approximative 1/300 (24 pieds = 1 pouce).

Nous partageons complètement les vues de MM. Lennier et de Lapparent qui nous paraissent devoir s'imposer à tous ceux qui étudieront ces couches. Voici d'ailleurs en résumé la succession des assises, prise de bas, en haut :

1. Sables jaunes, ressemblant au « Sand-Rock Series » de l'île de Wight. Ils appartiennent assurément à l'Aptien.

2. Sable grossier, correspondant au sable ferrugineux (Carstone), sommet du Lower Green sand de l'île de Wight. Nous ne sommes pas surs de son classement dans l'Aptien ou dans l'Albien, car ses fossiles étant à l'état de moules n'ont pas été déterminés jusqu'ici d'une manière satisfaisante.

3 et 4 Gault et Gaize. La partie inférieure de cette série est une argile glauconieuse gris-noirâtre renfermant des nodules phosphatés et de petits galets provenant de la couche sous-jacente. Fossiles rares, ou absents ; nous assimilons le n° 3 à notre Gault inférieur, embrassant les zones à *Am. interruptus* et à *Am. lautus*. La partie supérieure (n° 4), se compose de marne glauconieuse, sableuse, à petites concrétions siliceuses dans sa moitié inférieure, devenant plus larges et rangées plus régulièrement en lits dans la partie supérieure. Cette couche renferme *Am. rostratus (= inflatus), Am. auritus, Thetis Sowerbyi*, etc., et on ne peut douter qu'elle n'appartienne à la zone à *Am. rostratus* ; elle représente la Gaize des Ardennes et du Pays de Bray, le Malmstone et les sables micacés de l'Upper Greensand en Angleterre.

Les « Chert Beds » de l'Ile de Wight, n'ont pas de représentant à la Hève, et nous ne pouvons y reconnaître aucun équivalent de la zone à *Pecten asper ;* leur absence n'est pas pour nous un fait isolé, car cette zone manque souvent en Angleterre.

5. Marne nodulifère. Cette couche est séparée de la Gaize par un lit mince de sable brunâtre, épais de 2 à 3

pouces, plein de grains de glauconie. Ce sable brunâtre se montre dans tous les endroits accessibles entre le Cap et St-Jouin, à l'exception d'un seul point à 1 1/2 kilomètre à l'est des Phares. La marne qui le recouvre est tendre, sableuse, glauconieuse, avec gros grains de glauconie abondants. Dans la partie inférieure nodules phosphatés noirs, devenant moins nombreux en haut.

Près du cap la Hève, cette couche se divise en deux bancs, l'inférieur, épais de 1/2 mètre, le supérieur de 1 1/2 mètre; tous les deux renferment des rognons siliceux aussi bien que des nodules phosphatés. A St-Jouin il n'y a qu'une seule couche épaisse de 1 mètre, pleine de nodules, mais dépourvue de concrétions siliceuses.

Cette couche est riche en fossiles, sa faune étant bien différente de celle des formations inférieures. Les ammonites sont *A. Mantelli*, *A. navicularis*, *A. varians*, espèces caractéristiques du Chalk Marl de l'Angleterre ; *Holaster subglobosus* fait son apparition, avec plusieurs éponges siliceuses parmi lesquelles nous reconnaissons *Stauronema Carteri*. D'autres fossiles communs sont : *Pecten asper*, *Rhynchonella dimidiata*, *Rh. convexa*, *Rh. Grasiana*, *Pseudodiadema Benettiæ* et nombreux Bryozoaires.

On voit donc que par ses caractères généraux comme par ses fossiles, cette couche nodulifère (n° 5) du Hâvre ressemble à celle qui forme la base de la Lower Chalk en Angleterre, où on la désigne sous le nom de Chloritic Marl ou niveau à *Stauronema Carteri*.

Couche n° 6. A la marne nodulifère précédente, succède au cap la Hève, une craie marneuse, glauconieuse, tendre, divisée en bancs par des lits d'une roche siliceuse remarquable. L'examen de cette craie montre qu'elle est pénétrée et durcie par de la silice colloïdale, montrant tous les passages entre une craie simplement endurcie et une roche siliceuse gris-bleuâtre rappelant le chert

en voie de formation qui se trouve dans la Lower Chalk du Wiltshire [1] çà et là la calcédoine s'est concentrée en noyaux, ou en lits rameux, lenticulaires, sans continuité. Dans les 2m75 supérieurs, il y a également des cherts clairs ordinaires.

A St-Jouin toute la silice de ces couches est concentrée en nodules de chert noir, rangés en lits ; la craie comprise entr'eux étant tantôt jaunâtre, tantôt bleuâtre, et quelquefois bariolée jaune et bleu. Cette assise ne renferme pas beaucoup de fossiles.

Couche n° 7. — Craie gris-jaunâtre, un peu glauconieuse, divisée en couches par bancs de chert gris ou noirs. Au cap la Hève dans les premiers 2 1/2 mètres il y a cinq lits de cherts grands et massifs, formant une proéminence marquée dans la falaise. Les couches supérieures épaisses de 12 à 13 mètres se composent de craie jaunâtre ou blanchâtre avec cherts nombreux, dispersés ou en lits.

A St-Jouin ces couches sont plus variables, elle ne présentent qu'un seul lit de grands blocs de chert, et sur ce lit repose un mètre de craie dure, grise, sableuse, avec nodules verts en dehors. Il est recouvert par des couches de craie glauconieuse (7 mètres) avec cherts bleuâtres dispersés, et concrétions dures siliceuses. Les trois mètres suivants renferment des cherts noirs, et finalement il y a une couche de craie grise avec concrétions dures siliceuses.

Dans quelques-unes de ces couches les fossiles sont assez abondants ; *Pecten asper* se trouve partout, avec *P. Galliennei, P. elongatus, Rhynchonella dimidiata, Epiaster crassissimus, Ammonites varians, Turrulites tuberculatus, Tur. costatus ; Holaster subglobosus* est commun dans les 2 1/2 mètres supérieurs.

---

(1) Voir Quart. Journ. Geol. Soc. vol. XLV, p. 405.

N° 8. — Craie blanc-grisâtre avec cherts dispersés et quelques nodules bruns phosphatés. On n'observe pas à ce niveau de surface d'érosion, ni de lit régulier de nodules ; ils sont particulièrement abondants à la partie inférieure de cette couche, diminuent plus haut, et disparaissent à trois mètres environ de la base. La craie dans laquelle se trouvent ces nodules phosphatés est assez sableuse, raboteuse, et plus glauconieuse qu'à l'ordinaire. Cette couche est très fossilifère :

Rhynchonella dimidiata	*Pecten Marrotianus*
» *Grasiana*	» *Puzosianus*
Terebratella Menardi	*Janira æquicostata*
Caratomus rostratus	*Ammonites varians*
Pseudodiadema ornatum	» *Coupei*
Glyphocyphus radiatus	*Scaphites æqualis*
Discoïdea subucula	*Turrulites costatus*
Pecten asper	» *tuberculatus*

N° 9. — Craie blanchâtre avec cherts gris rangés en lits, avec peu de glauconie et sans fossiles ; environ 2 1/2 mètres.

La base du Turonien est bien distincte entre St-Jouin et Brunval, la première couche turonienne est à l'état de craie dure noduleuse, rappelant le « Melbourn Rock » d'Angleterre.

D'après nos mesures, le Cénomanien de St-Jouin a 119 pieds (36 mètres) d'épaisseur ; total qui est à peu près d'accord avec celui de M. Lennier.

Cénomanien du Calvados et de l'Orne. L'un de nous a poursuivi l'étude du Cénomanien jusqu'à Honfleur et de là le long de la vallée de la Touques par Lisieux à Vimoutiers, Gacé et Mortagne, où les dépôts commencent à revêtir un faciès plus arenacé, pour passer au Sud aux sables de la région cénomanienne typique du Mans (Sarthe).

Près de Honfleur, une seule excavation nous a montré

la base du Cénomanien, à Moulineaux, 3 kil. S.S.O de Honfleur ; les couches visibles étaient :

	Pieds	Pouces.
4. Sol et débris, avec cherts cassés	8	
3. Craie marneuse, glauconieuse, jaunâtre, tendre, avec Rhynch. dimidiata et nombreux fossiles	4	
2. Blocs de calcaire durci enveloppés de marne grise, glauconieuse : *Rh. dimidiata*, *Catopygus carinatus*.	3 »	3
1. Marne glauconieuse, gris foncée	3	
	18 »	3

La couche n° 1 rappelle la marne du sommet de la Gaize du Havre et nous assimilons le n° 2 au n° 5 du cap la Hève et par conséquent au Chloritic Marl. La marne grise la même composition et les grains de glauconie sont remarquables par leur grosseur. Il y a cependant des différences notables entre les deux couches : à Moulineaux la roche est durcie par un ciment de carbonate de chaux en forme de grands blocs, et on n'y observe pas de nodules phosphatées, ni le lit de sable brunâtre de la base.

On reconnaît la même succession des couches au village d'Hermival, près de Blangy, dans un fossé au bord de la route. A la base, sable marneux passant à une marne grise glauconieuse, au-dessus gros blocs d'un calcaire cristallisé et immédiatement au-dessus craie glauconieuse.

Au sud de Lisieux, à environ 2 kil, une grande sablière montre la base de la série crétacée ; on y voit la coupe suivante :

	Pieds	Pouces.
Sol sableux et débris de cherts	2 »	0
Sable marneux glauconieux, vert	2 »	6
Argile gris-noirâtre		9
Grès grossier ferrugineux, avec plusieurs nodules bruns pâles phosphatés.	7 »	0
Sable micacé blanc.	40 »	0

Le sable blanc est d'âge corallien (partie des sables de Glos). Le sable ferrugineux représente celui qui se trouve au-dessous du Gault au Cap la Hève ; M. Bigot a eu l'obligeance de nous envoyer quelques fossiles recueillis au sommet de cette couche, et parmi lesquels nous avons reconnu *Ammonites interruptus (*var. *Deluci* et *dentatus)*, *Pecten orbicularis, Cucullœa fibrosa (?)*. Ces fossiles prouvent l'existence du Lower Gault (Albien) ; mais l'épaisseur faible de l'argile qui les surmonte nous prépare à sa prochaine disparition.

La Gaize n'est pas bien exposée près de Lisieux, mais à Fauvaque, une carrière nous a montré un sable marneux verdâtre avec un lit mince d'argile à la base, reposant directement sur le Corallien. Ainsi le grès ferrugineux ne s'étend pas jusque là, et l'argile Albienne très réduite, forme la base de la série crétacée.

A Vimoutiers, il y a de belles coupes dans les carrières voisines de la ville, l'une d'elles montrait la succession suivante :

		Pieds
5.	Craie sableuse, glauconieuse, grisâtre, en lits alternants, à surface raboteuse, avec cherts	37
4.	Craie sableuse glauconieuse jaunâtre, noduleuse et raboteuse dans la partie supérieure, plus compacte au-dessous, avec cherts	15
3.	Craie sableuse, jaunâtre, tendre, très glauconieuse contient concrétions siliceuses dures	6
2.	Banc dur, à blocs de roche glauconieuse calcareuse.	1
1.	Marne sableuse, glauconieuse, tendre, verte, passant à sable vert-foncé, noirâtre à la base. Elle repose sur le Corallien, qui n'affleure pas.	10

Le n° 1 est la continuation de l'Upper Greensand ou Gaize, qu'on peut suivre tout le long de la vallée de la Touques. Le n° 2 représente pour nous la base du Cénomanien ; la roche ressemble à celle que nous avons vu près de

Honfleur et de Hermival, et ici il y a un plan de séparation bien marqué entre elles et la glauconie sous-jacente.

Dans les couches crayeuses (nº 3, 4, 5) les fossiles sont nombreux, comprenant *Ammonites Mantelli*, *Inoceramus striatus*, *Pecten asper*, *Rhynchonella dimidiata*, *Hemiaster bufo*, *Epiaster crassissimus* et autres espèces cénomaniennes bien connues. C'est la zone à *Am. Mantelli*.

Dans une autre carrière se montrent des couches supérieures appartenant à la zone à *Am. rotomagensis* ; elles consistent en craie tendre et dure en lits alternants. Les lits durs sont jaunâtres, glauconieux, cristallins, avec concrétions siliceuses ; les lits tendres sont composés de craie marneuse, grise, très glauconieuse. L'épaisseur du Cénomanien à Vimoutiers est d'environ 145 pieds (44 m.).

Entre Gacé et Mortagne le sable apparaît au-dessus de cette « Craie de Rouen », et plus loin au sud dans la commune de Théligny, on trouve une grande épaisseur de sable intercalé entre la craie de Rouen et la craie à *Am. Mantelli*.

Ainsi selon les recherches d'Albert Guillier et de M. Paul Bizet, la succession en cette région est la suivante :

		Pieds anglais
5.	Sables du Perche	20
4.	Craie à *Scaphites æqualis*	60
3.	Sables à *Perna lanceolata*. . . .	130
2.	Craie à *Amm. Mantelli*	80
1.	Glauconie à *Ostrea vesiculosa* . .	25
		315

Ces auteurs regardent toute cette série comme cénomanienne, mais M. de Lapparent (1) assimile la glauconie à la gaize du Hâvre et la range dans l'Albien, opinion qui est pleinement d'accord avec la nôtre. Nous estimons que

1) Traité de Géologie, 1885, pp. 1041 et 1075.

cette glauconie à *O. vesiculosa* doit s'accroître en épaisseur en descendant vers l'Est et qu'elle passe graduellement vers sa partie inférieure à l'argile glauconieuse que l'on trouve sous elle, à Céton et à Nogent-le-Rotrou, et qui a fourni *Am. rostratus* et *Am. auritus*.

Pour nous, la glauconie de l'Orne occidentale n'est que la partie supérieure du groupe de couches désignées en Angleterre sous les noms de Gault et d'Upper Greensand. En France, les membres inférieurs du groupe s'atténuent vers le Sud-Ouest, n'étant plus représentés que par cette glauconie, au-dessous du Cénomanien.

3. Observations sur la corrélation des coupes précédentes

Nous avons signalé dans la coupe du Hâvre, l'absence de tout représentant de la zone à *Pecten asper*. Ce fossile, il est vrai, se trouve dans toutes les couches, du n° 5 au haut du n° 8, mais la présence d'une seule espèce ne constitue pas une zone statigraphique. Nous reconnaîtrons cependant qu'elle y est associée à d'autres espèces telles que *Pecten Galliennei, Rhynchonella dimidiata, Catopygus columbarius, Caratomus rostratus, etc.*, communes dans notre Upper Greensand, et inconnues dans le Chalk Marl. C'est sans doute pour ce motif que les géologues Français ont considéré les couches 5 à 7 (renfermant ces fossiles) comme représentant la partie supérieure de notre Upper Greensand, désignée par M. Barrois sous le nom de zone à *Pecten asper*.

L'existence aussi dans le Cénomanien Français des cherts analogues à ceux qui se trouvent dans les « Chert Beds » de notre Upper Greensand augmente la ressemblance superficielle entre les deux dépôts.

Mais la considération raisonnée des faits observés nous empêche d'admettre cette conclusion. Il faut se garder

d'abord d'accepter comme caractéristiques des Echinodermes ou des Lamellibranches, pour comparer des gisements éloignés l'un de l'autre ; la répartition de leurs espèces est trop dépendante de conditions d'existence locales, telles que la profondeur de l'eau, la nature du fond de la mer, les courants. Au contraire, la répartition des Céphalopodes, animaux capables de se transporter plus facilement, dépendait moins de la profondeur de l'eau, et doit par conséquent nous inspirer bien plus de confiance.

Si conformément à ce principe, nous basons nos comparaisons sur la répartition des seuls Céphalopodes, nous reconnaîtrons l'identité des couches 5 à 8 du Hâvre avec notre Lower Chalk, car les Céphalopodes de cette partie du Cénomanien du Hâvre et ceux de notre Chalk Marl appartiennent aux mêmes espèces; par contre, ces espèces ne se retrouvent pas dans les Chert-Beds de notre Upper Greensand.

La seule partie de notre Upper Greensand où les Céphalopodes du Chalk Marl soient associés au *Pecten asper* et aux autres espèces citées ci-dessus, est le sable de Rye Hill, niveau qui forme le sommet des Warminster Beds. Cette couche toutefois est mince, n'ayant pas plus de 3 mètres d'épaisseur (v. p. 232), et le sable dont elle se compose passe graduellement à la craie glauconieuse (Chloritic Marl) qui la recouvre. On a montré récemment [1] il est vrai, que cette faune de Warminster n'était pas la faune typique de l'Upper Greensand, attendu que nombre des espèces caractéristiques du Chalk Marl y font leur première apparition ; c'est en fait une couche de passage, et le nombre des espèces qui passent de cette couche au Chalk Marl est trois fois plus considérable que celui des formes provenant des couches inférieures.

---

(1) Geol. Mag. Déc. IV. Vol III, pag. 261 (1896).

Dans l'île de Wight, le représentant de ce sable n'a que 4 ou 5 pieds d'épaisseur, et nous considérons comme peu probable, qu'il atteigne 86 pieds d'épaisseur au Hâvre, en réduisant ainsi à 40 pieds l'importance de la Lower Chalk, épaisse de 200 pieds dans le Susex et l'Ile de Wight.

On peut encore faire valoir un autre argument : le Cénomanien du Hâvre n'est pas un grès vert, mais une craie glauconieuse. Si nous examinons le Chalk Marl de l'Ile de Wight au microscope, nous voyons qu'il est de même à l'état de craie glauconieuse ; elle se compose essentiellement d'une pâte fine crayeuse, enveloppant des grains nombreux, mais très petits, de quartz et de glauconie, avec des débris de coquilles. La pâte des couches correspondantes près du Hâvre est moins riche en matière crayeuse, mais contient une plus grande proportion de constituants inorganiques (quartz et glauconie).

La craie glauconieuse du Hâvre et le Chalk Marl de l'île de Wight présentent entre eux les relations de dépôts contemporains accumulés à des distances différentes de la terre. Au Sud-Ouest, dans l'Orne et dans la Sarthe, le remplacement du sédiment crayeux par du quartz, mica et matière siliceuse se poursuit progressivement jusqu'à ce que la roche devienne entièrement siliceuse.

Ces différences dans les conditions physiques du dépôt, nous semblent impliquer nécessairement des différences entre les faunes cénomaniennes d'Angleterre et de France. Un même assemblage d'espèces ne saurait habiter les bancs de sable littoraux, les fonds intermédiaires où les marnes et sables glauconieux s'accumulaient, et enfin les plus grandes profondeurs où se déposait le Chalk Marl.

Mais toutes ces formations successives ont pris naissance dans un bassin en voie d'affaissement ; et le dépôt du

Chalk Marl ayant été précédé par celui d'un sable glauconieux dans une mer moins profonde, on conçoit que les faunes qui les caractérisent aient dû émigrer, selon que l'étendue de la mer s'accroissait et que sa partie centrale s'approfondissait, pour rechercher ailleurs les conditions qui leur convenaient.

On constate à l'appui de ces vues, que la différence entre les faunes du Chalk Marl anglais et du Cénomanien normand augmente à mesure qu'on suit les couches du nord au sud, et au sud-ouest ; mais toujours elles renferment le même assemblage de céphalopodes.

Notre avis, en résumé, est que le Cénomanien de nos coupes du Hâvre et de l'Orne n'est que la continuation, vers le midi de la Lower Chalk Angleterre, déposée dans une mer moins profonde, et en une région où les conditions favorisaient la croissance des éponges siliceuses. Il est formé pour ces raisons, d'une craie plus sableuse et plus glauconieuse, avec une plus grande quantité de matière siliceuse sous forme de spicules d'éponges et de cherts.

Le Cénomanien du Devonshire

par M. **A. J. Jukes-Browne**.

Nos dernières études dans le Devonshire nous ont révélé un certain nombre de faits nouveaux, importants pour la connaissance de l'étage cénomanien.

Le terrain crétacé dans ce comté est complètement isolé des massifs du Dorsetshire, étant limité à deux petits lambeaux synclinaux, compris l'un entre Lyme-Regis et Axmouth, l'autre entre Seaton et Sidmouth. Les meilleures coupes sont dans le dernier, notamment dans les belles falaises de Beer Head.

Elles ont été décrites en 1874 par M. C. J. A. Meyer ([1]), en 1876 par M. Barrois ([2]) ; depuis lors M. Meyer a lui-même modifié sur divers points les vues qu'il avait émises à cette époque, et actuellement il partage notre manière de voir.

L'Upper Greensand atteint dans ces falaises un développement remarquable ; il y est plus épais à lui seul que l'ensemble du Gault et du Greensand à Lulworth, et ses chert beds présentent le double de l'épaisseur qu'on leur connait dans l'île de Wight. On peut hésiter à reconnaître dans cette série la présence du gault inférieur ; mais on doit rapporter sans hésitation à la zône à *Am. rostratus*, la plus grande partie des argiles sableuses et sables épais de 90 à 100 pieds, qui constituent la division inférieure de notre Upper Greensand. Ces couches sont surmontées par des sables et grès jaune-verdâtre avec lits de nodules de chert, épais de 56 pieds à Whitecliff ; leur sommet est marqué par un banc de grès calcareux dur, épais de 8 pieds, à surface supérieure nettement délimitée.

Sur ce banc de grès repose une série de couches, des plus remarquables, montrant à la côte de grandes variations d'épaisseur et contenant d'intéressantes faunes. On y peut distinguer trois divisions principales, les deux inférieures caractérisées par *Ammonites Mantelli*, *Am. varians*, et autres fossiles de la Chalk Marl ; la troisième, parfois absente, bien distincte des précédentes, passe graduellement au sommet à la craie noduleuse, dure, à fossiles turoniens. Au dessus, l'étage turonien, formé de craie, présente un important développement.

---

(1) C J. A. Meyer : Quart. journ geol. Soc., vol. XXX. p. 369.

(2) Ch. Barrois : Recherches sur le Terrain Crétacé de l'Angleterre 1876 p 69.

La position stratigraphique de notre zone à *Am. Mantelli* se trouve ainsi exactement fixée, étant comprise entre l'Upper Greensand et le Middle-Chalk (Turonien) : elle doit représenter nécessairement par suite, une portion quelconque de la Lower-Chalk. Cette zône épaisse de 3 pieds seulement à Whitecliff près Seaton, atteint près de 14 pieds à Beer Head où elle permet même deux divisions. Voici d'ailleurs la coupe que l'on relève au pied de cette falaise :

		Pieds	Pouces
TURONIEN :	Craie dure noduleuse jaunâtre, avec lambeaux de sable glauconieux à la base .	2	0
ZONE A AM. MANTELLI	*B*. Calcaire grossier quarzifère avec lits de nodules verdis. *Holaster subglobosus*	2	6
	A. Calcaire dur. gréseux, coquillier, passant à la base à un grès calcarifère grenu. Fossiles abondants . . .	11	0
UPPER GREENSAND :	Grès calcareux à grains fins : fossiles rares.	9	0

Ces couches acquièrent encore un développement plus considérable, quand on les suit à l'ouest de Beer-Head ; leur épaisseur atteint 24 pieds dans la falaise de Hooken à 400 m. de là. On y voit la coupe suivante :

		Pieds
TURONIEN :	Craie dure noduleuse passant à la base à la couche suivante.	7
ZONE A MANTELLI	*C*. Marne glauconieuse verte, sableuse, avec quelques nodules bruns de phosphate de chaux à la base	6
	B. Calcaire grossier, blanc, gréseux, avec un lit de nodules brunâtres, durs verdis, au sommet.	6
	A. Calcaire dur, coquillier, avec un lit noduleux brunâtre au sommet, passant à la base à un grès calcarifère grossier	18
UPPER GREENSAND :	Grès calcareux à grains fins.	

Les surfaces qui limitent les lits brunâtres, au sommet des couches A et B, sont remarquablement planes et unies : elles correspondent évidemment à des arrêts dans la sédimentation, arrêts pendant lesquels les dépôts précédemment accumulés ont été durcis par infiltration de solutions phosphatées et calcareuses.

La marne glauconieuse C paraît correspondre à un accroissement du niveau représenté à Beer Head par des lambeaux discontinus de sable glauconieux, à la base du Turonien. Cependant on y trouve *Belemnitella plena* et quelques autres fossiles de la Lower-Chalk, de sorte qu'elle pourrait représenter le sommet de cette division, c'est-à-dire la zône à *Bel. plena*. En tous cas, il y a sous elle une lacune, et il faut admettre que le reste de la Lower-Chalk fait défaut ou qu'il est représenté par les calcaires sableux de la zône à *Am. Mantelli*.

Voyons donc, quels sont les fossiles de cette zône à *Am. Mantelli*. (couches A et B) ? Ces deux couches offrent un grand nombre d'espèces communes, telles que *Am. Mantelli, navicularis, falcatus, varians, Coupei*. Le nombre des espèces propres à chacune d'elles est assez restreint : nous citerons à la partie inférieure de A une grande espèce de Bryozoaire, très abondante, *Ceriocava ramulosa*, associée à des spongiaires cénomaniens bien connus, comme *Trematocystia Orbignii*, *Elasmostoma consobrinum*. Les *Ceriocava* sont souvent perforés par le *Lithodomus rugosus* dont on ne retrouve que les moules. *Trigonia crenulifera, T. sulcataria*, *Arca ligeriensis*, *Corbis rotundata* sont abondants ainsi que de grands échantillons de la *Terebratella Menardi*.

Au sommet de cette couche A, on trouve en grand nombre *Pecten asper*, associé à *P. Galliennei*, *P. Puzosianus*, *Inoceramus striatus*, *Rhynchonella dimidiata*, *Pseudodiadema variolare*, *Holaster lœvis*, *Hol. Bischoffi*, *Catopygus columba-*

rius, et nombreux Bryozoaires indéterminés. Parmi les céphalopodes propres à cette couche, on remarque *Ammonites complanatus*, *A. laticlavius*, *A. obtectus*, *Turrulites Scheuchzerianus*, *T. costatus*.

La couche B renferme comme fossile commun *Holaster subglobosus*, rare dans les couches inférieures. M. Meyer y a trouvé *Codiopsis doma*, *Hemiaster Morrisii*, divers Brachiopodes du Tourtia, et de nombreux gastéropodes des genres *Avellana*, *Natica*, *Neritopsis*, *Pleurotomaria*, *Trochus*, *Turbo*, *Solarium*, *Voluta*, parmi lesquels *Trochus Girondinus*, *Turbo Guerangeri*, *Avellana cassis*, *Voluta Guerangeri*. Il y a diverses espèces de Nautiles, *N. lævigatus*, *N. Largilliertianus*, etc., *Scaphites æqualis*, *Turrulites Morrisii*, *T. costatus*, *T. Gravesianus*, *T. Bechei*.

La couche C contient également un assez grand nombre de fossiles, surtout entre Lyme-Regis et Axmouth, la plupart à l'état de moules en phosphate de chaux et probablement remaniés, provenant de niveaux intermédiaires totalement disparus. Les *Scaphites æqualis* et *Ammonites hippocastanum* figurent parmi les espèces les plus répandues : elles sont accompagnées de quelques espèces rares, telles que *Ammonites euomphalus*, *Am. Goupilianus*, *Am. Renevieri*, et une forme nouvelle décrite par nous sous le nom de *Am. Acanthoceras pentagonus*.

Nous donnons ci-dessous la liste complète des fossiles de ces 3 couches que nous avons pu identifier. Nous indiquons dans des colonnes séparées les espèces qui ont été retrouvées dans les couches de Warminster, dans le Chalk-Marl, le Chloritic Marl et le Cénomanien du N. O. de la France. Cette liste est le resultat des collections faites par M. C. J. A. Meyer, par moi-même et par M. Rhodes pour le Geological Survey. Les déterminations en partie dues à M. Meyer me sont pour la plupart personnelles, à l'exception des Spongiaires et des Bryozoaires étudiés par M. le Dr G. J. Hinde.

Liste des Fossiles Cénomaniens de la côte du Devonshire

Dans le tableau suivant, la première colonne contient les fossiles de la zone à *Ammonites Mantelli* du Devonshire; la seconde contient les espèces de la marne sableuse qui la surmonte ; ces deux colonnes réunies montrent la faune Cénomanienne du Devonshire.

La 3e colonne montre l'extension de ces fossiles dans le sable de Rye Hill près de Warminster, couche qui renferme la faune dite de Warminster.

La 4e colonne indique leur présence dans la craie glauconieuse avec nodules et fossiles en phosphate de chaux de Chard, du Somersetshire et de l'Ouest du Dorsetshire.

La 5e indique les espèces qu'on rencontre dans le Lower Chalk, dans les zônes à *Am. varians*, à *Holaster subglobosus*, et à *Belemnitella plena* du sud de l'Angleterre.

La 6e apprend combien d'espèces se retrouvent dans les couches cénomaniennes du nord-ouest de France (Maine et Normandie).

Les lettres donnent l'indication de l'abondance comparative des espèces : *t.c.* = très commun, *c.* = commun, *a.c* = assez commun, *a.r.* = assez rare, *r.* = rare, *t.r.* = très rare, la + dénote que nous ne connaissons pas la fréquence relative.

	DEVON. Couches A. B	DEVON. Couche C	Warminster Sable supérieur	Base de la Craie Somerset et Dorset	Lower Chalk S d'Angleterre	Cénomanien N.-O. de France
PORIFERA						
Elasmostoma consobrinum d'Orb.	a. c.		a. r.			c.
» *sp.*	a. c.					
Trematocystia d'Orbignyi Hinde.	a. c		c.			c.
» *siphonoides* Mich. .	a. r.		c.			c.
Nematinion calyculatum Hinde. .	a. c.		?			
» *sp.*	a. r.					
HYDROZOA						
Porosphœra sp.	c.					
ACTINOZOA						
Micrabacia coronula Goldf. . . .	r.	r.	a. c.	a r.	c.	c.
Thamnastrea sp.	t. r.					
ECHINODERMATA						
Caratomus rostratus Ag.	a. c.	r.	r			a. c.
Catopygus columbarius Lam. . .	c.		c.	c.		c.
Cidaris vesiculosa Goldf. (*test*). .	r.		a. r.		c.	c.
» *sp.* (*épines*)	c.		a. r.	a. r.	c.	c.
Codiopsis doma Desm.	t. r.					
Cottaldia Benettiæ Kœnig.	a. c.		a. c.			a. c.
Discoidea cylindrica Lam.	?	a. c.		c.	c.	
» *Farrina* Desor	a. r.	r.				
» *subucula* Klein	t. c.	c.	t. c.	c.	a c.	c.
Echinobrissus lacunosus Goldf .	t. r.		a r.			
Echinoconus castaneus Brongn. .	r.	c.	?	c.	r.	+
Echinocyphus difficilis Ag.		r.	a. c	r.	r	
Glyphocyphus radiatus Hœningh.		r.	r.	t. r.	r.	+
Goniophorus lunulatus Ag.	t. r.		a. c.		r.	+
Hemiaster Morrisii Forbes	t. r.			r.	a. r.	
Holaster lœvis, var carinatus Ag.	t. c.	r.	c.	a. c.	a. c.	c.
» *suborbicularis* Cott. . .	r		a			?
» *subglobosus* Leske . . .	t. c.			c.	c.	c.

	DEVON. Couches A, B	DEVON. Couche C	Warminster Sable supérieur	Base de la Craie Somerset et Dorset	Lower Chalk S d'Angleterre	Cénomanien N.-O. de France
Holaster Bischoffi Renev.	t. c.					
Holectypus bistriatus Wright. . .	t. r.			t. r.		
Pseudodiadema Benettiæ Forbes .	r.		c.			c.
» (?) *Brongniart* Ag..		r.		r.	c.	
» *Michelini* Ag.. . .	a. c.	r.	c.			c.
» *ornatum* Goldf.. .	c.	c.	?	c.	c.	c.
» *variolare* Brongn.	t. c.	c.	c.	c.	c.	c.
Pygurus lampas De la Beche . .	t. r.					+
Pyrina lævis Ag	r.	r.	t. r.			+
» *Desmoulinsii* D'Arch . . .	t. r			t. r.		+
» (?) *oculum* Ag	t. r.			r.		
Salenia petalifera Desm	c.	r.	t. c.	a. r.	a. r.	c.
» » *var. gibba* Ag.		r.	r.			+
» (?) *Clarkii* Forbes.		a. r.				+
Trematopygus sp..	t. r.					
ANNELIDA						
Ditrupa difformis Lam.	r.	c.	a r.	a. r.	r.	c.
Galeolaria plexus Sow	c.		c.	c.	c.	c.
Vermicularia umbonata Mant.. .	r.		a. r.	?	t. c.	+
CRUSTACEA						
Callianassa sp	a. r.	r.				
POLYZOA						
Eschara neustriaca Mich.	r.					+
» *sp*.	r.					
Ceriopora sp 1.	c.					
» *sp 2*.	a. c.					
Ceriocava ramulosa Mich.	t. c.					+
Defrancia (Pelagia) Eudesii Mich.	t. r.					+
Micropora sp. 1.	c.					+
» *sp. 2*.	r.					+

	DEVON. Couches A, B	DEVON. Couche C	Warminster Sable supérieur	Base de la Craie Somerset et Dorset	Lower Chalk S d'Angleterre	Cénomanien N.-O. de France
Radiopora (Cellulipora) ornata d'Orb..	a. c.					+
Reptomulticlausa papularis Mich.	a. r.					+
BRACHIOPODA						
Crania cenomaneusis (?) d'Orb.	r.			r.		+
Magas Geinitzi (?) Schloenb. . . .	r					
Megerlia (*Kingena) lima* Defr. . .	c.	a.r	a. r.	r.	c.	c.
Rhynchonella convexa Sow. . . .	t. c.	r.	c.	r.		c.
» *dimidiata* Sow. . .	t. c.	r.	c.	r.		c.
» » var. *gallina* Brongn.	c.					c.
Rhynchonella Cuvieri d'Orb. . . .		a. c.				
» *Grasiana* d'Orb. . .	t. c.	t. c.	t. c.		c.	c.
» *Mantelliana* (?) Sow.	r.	r.	r.		t. c.	
» *Schloenbachi* Dav. .	c.		a. r.			+
» *sigma* Schloenb. . .	r.					
» *Wiestii* Quendst. . .	c.	c.		a. r.		
Terebratula arenosa d'Arch.. . .	t. r.					
» *arcuata* Rœm. . . .	a. c.			a. r.		+
» *capillata* d'Arch. . .	r.			r.	r.	+
» *obesa* (?) Sow.	t. r.		r.	r.	r.	+
» *ovata* Sow.	c.	r.	r.			+
» *semiglobosa* Sow.. .	r.			c.	t. c.	c
» *squammosa* Mant.. .	a. r.		a. r.	a. c	c	c,
» *Tornacensis* d'Arch.	r.					+
» *Verneuili* d'Arch. .	r.					
Terebratella pectita Sow.	a. c.		a. c.			+
» *Menardi* d'Orb.. . .	a. c.		r.	r.		+
Thecidium sp.	r.					
Trigonosemus incertus Dav. . . .	t. r.	r.		t. r.		
Terebrirostra lyra Sow.	t. r.		r.			+
LAMELLIBRANCHIATA						
Anomia sp.	r.		?			

	DEVON. Couches A, B	DEVON. Couche C	Warminster Sable supérieur	Base de la Craie Somerset et Dorset	Lower Chalk S. d'Angleterre	Cénomanien N.-O. de France
Anatina lanceolata Gein	r.					
Arca Mailleana d'Orb.	r.	r.	r.	c.	r.	c.
» *Galliennei* d'Orb..	r.					+
» *Ligeriensis* d'Orb.	a. c.					c.
» *sp*..	+					
Astarte cyprinoides d'Arch. . . .	r.					
» *Koninckii* d'Arch.	r.					
Cardita sp (*moule*)	r.			?		
Cardium alternans Reuss.	r.					
» *alutaceum* Goldf . . .	r.					
» *Hillanum* (?) Sow. . . .	a. r.					a. c.
» *Mailleanum* d'Orb. . . .	r.			r.		+
Chama cornucopiæ d'Orb.	r.			a. r.		+
Corbis rotundata d'Orb.	a. c.			r.		a. c.
Crassatella Vindennensis d'Orb. .	r.					+
» *Ligeriensis* d'Orb. . .	r.					+
Cucullæa sp.	?					
Exogyra conica Sow..	a. c.		c.	c.		c.
Gastrochæna sp.	a. r.					
Inoceramus latus d'Orb. (non Mant)	c.		a. c.	c.	t. c.	c.
» *striatus* Sow..	c.			a. c.	c.	c.
» *sp* (allongée)	c					
Lima globosa Sow.	r.		a. r.	a. c.	t. c.	
» (*cf. intermedia* d'Orb.) . . .	r.		c.	a. r.		+
» *ornata* d'Orb.	a. c.	r.	a. c.	a. r		c.
» *rapa* d'Orb.	t. r.					+
» *Rotomagensis* d'Orb. . . .	r.		r.			+
» *semiornata* d'Orb	c.		a. c.	a. r.		c.
» *semisulcata*, d'Orb.	r.			a. r.		+
» *simplex* d'Orb	c.		?			+
» *tecta* d'Orb	t. r.					+
» *sp*. (with pitted grooves). . .	a. c.					
Lithodomus ragosus d'Orb.. . . .	c.		?	c.		+
Lucina Turoniensis (?) d'Orb.. . .	r.	r.				+

	DEVON.		Warminster Sable supérieur	Base de la Craie Somerset et Dorset	Lower Chalk S. d'Angleterre	Cénomanien N.-O. de France
	Couches A, B	Couche C				
Modiola divaricata d'Orb	r.					+
» *capitata* (?) Zittel	r.					
» *Guerangeri* d'Orb. . . .	r.					+
» *lineata* Sow..	c.	r.		a. c.		+
» *Ligeriensis* d'Orb.	r.					+
» *striatocostata* d'Orb . .	r.					+
» (*? genus*) *arcacea* Gein. .	r.					
» » *irregularis* Gein.	t. r.					
Opis sp. . . . . »	a. r.			a. c.		
Ostrea carinata Sow (*frons*, Park).	a. r.		a. c.	a. c.	a. c.	c.
» *hippopodium* Nilss.	r.					c.
» *diluviana* Linn	a. c.					c.
» *vesicularis* Sow.	a. c.		a. c	a. c.	t. c.	c.
Pecten asper Lam.	t. c.		c.	a. c.		c.
» *acuminatus* Gein.	r.					
» *elongatus* (?) Lam.	?		c.		c.	+
» *Galliennei* d'Orb.	c.		c			c.
» *orbicularis* Sow.	a. r.		c.	r.	c.	c.
» *Puzosianus* d'Orb.	c.		r.			c.
» *Passyi* d'Arch..	r.					
» *Rotomagensis* d'Orb. . . .	r.					+
» *subacutus* d'Orb.	a. r.					+
» *subinterstriatus* d'Arch. .	a. c.					
» (*Janira*) *œquicostata* Lam.	a. c.		r.			c.
» » *decemcostata* Munst	t. r.					
» » *phaseola* Lam..	r.					+
» » *quinquecostata* Sow.	c.	a. r.	c.	a. r.	c.	c.
Pectunculus lens Nilss..	a. r.				?	
Pholadomya œquivalvis Goldf.. .	r.					
Plicatula inflata Sow.		a. c.	a. c.	a. c.	t. c.	c.
Solen œqualis d'Orb	t. r.					+
Spondylus Dutempleanus d'Orb. .	a. r.		a. r.		r.	+
» *Omalii* d'Arch (ou *latus*)	a. r.		?		c.	
» *striatus* Sow.	c.		c.		c.	a. c.

	DEVON.		Warminster Sable supérieur	Base de la Craie Somerset et Dorset	Lower Chalk S. d'Angleterre	Cénomanien N.-O de France
	Couches A, B	Couche C				
Thetis Sowerbyi (?) Reuss.	r.					+
Trigonia affinis Sow..	a. r.			a. r.		+
» *costigera* Lyc	r.					
» *crenulata* Lam.	r.					+
» *crenulifera* Lyc.	c.			r.		
» *debilis* Lyc..	r.					
» *dunscombensis* Lyc (*sinuata* d'Orb.). . . .	a. c.					+
» *Meyeri* Lyc.	r.			r.		
» *pennata* Sow..	a. r.					
» *scabra* Lam.	r.					+
» *sulcataria* Lam	a. r.					+
» *Vicaryana* Lyc (*spinosa* d'Orb.).	t. c.			c.		+
Unicardium Ringmeriense Mant.	r.	r.		c.		
Venus Goldfussi Gein.	r.					
GASTEROPODA						
Aporrhais (*Rostellaria*) *Mailleana* d'Orb.	a. r.					+
Avellana cassis d'Orb.	c.	r.		c.		c.
» *Prevosti* d'Arch.		a. r.				
Columbellina sp.	a. r.			a. c.		
Emarginula Meyeri Gard.	r.					
Fusus sp.	c.		?	c.	c.	
Natica gaultina d'Orb.	a. r.			a. c.	c.	+
» *sp*.	r.					
Neritopsis sp.	r.					
Nerinaea sp.	r.			r.		
Pleurotomaria Cassisiana d'Orb.	+					+
» *Mailleana* d'Orb..	+					+
» *Rhodani* (?) P. & Rx.		c.	r.	c.	c.	+
» *sp. 1*	c.			diverses espèces		
» *sp. 2*.	+					
» *sp. 3*	+					

	DEVON. Couches A, B	DEVON. Couche C	Warminster Sable supérieur	Base de la Craie Somerset et Dorset	Lower Chalk S. d'Angleterre	Cénomanien N. O. de France
Pterodonta (plusieurs espèces) . .	a. c.			+		
Solarium ornatum Sow.	r.		r	a. c.	?	
» *Thirrianum* (?) d'Arch.	r.					
Trochus girondinus d'Orb. . . .	r.			espèces diverses	espèces diverses	+
» *sp* (*cf. cirrus* Woodw.).	+					
» *sp*	+					
Turbo Guerangeri d'Orb	+					+
» (6 autres espèces)	+					
Turritella bauga d'Orb.	r.					+
» *sp*	r.					
Voluta Guerangeri d'Orb	r					+
CEPHALOPODA						
Ammonites Austeni Sharpe. . . .	t. r.				a. r.	r.
» *complanatus* Mant . .	t. r.		t. r.		r.	r.
» *curvatus* Mant	a. c.		a. r.	r.	r.	a. r.
» *euomphalus* Sharpe .	t. r.			r.		
» *falcatus*, Mant.	a. c.		a. r.	r.	r.	a. r.
» *Goupilianus*, d'Orb.. .	t. r.				t. r.	t. r.
» *hippocastanum* Sow .		c.		c.		
» *laticlavius* Sharpe . .	r.				r.	
» (?) *leptonema* Sharpe .		t. r.			t. r.	
» *Mantelli* Sow.	t. c.		r.	t. c.	t. c.	t. c.
» *navicularis* Sow. . .	c.		r.	t. c.	t. c.	t. ç.
» *pentagonus* Jukes-Br..		t. r.				
» *planulatus* Sow . . .	r.	r.	t. r.	a. r.	r.	
obtectus Sharpe	t. r.			r.		
» *Renevieri* Sharpe. . .		t. r.			t. r.	r.
» *rotomagensis* Defr . .	r.	r.		t. c.	c.	c.
» *varians* Sow..	c.		a. r.	c.	t. c.	c.
» *var. Coupei* Brong. .	c.		a. r.	c.	t. c.	c.
» *Wiestii* Sharpe. . . .	t. r.			r.		
Belemnitella plena Blainv . . .		c.			c.	+

	DEVON.		Warminster Sable supérieur	Base de la Craie Somerset et Dorset	Lower Chalk S. d'Angleterre	Cénomanien N.-O de France
	Couches A. B	Couche C				
Belemnitella lanceolata Sow non Schlot.	r.				a. c.	
Hamites simplex (?) d'Orb	r.	r.			?	c.
Nautilus expansus Sow.	r.		a. r.	c.	r.	+
» *Fittoni* Sharpe	a. c.	a. r.		c.		
» *Fleuriausianus* d'Orb.. .	r.			a. r.		+
» *Deslongchampsianus* d'Orb.		r.		c.	c.	+
» *lœvigatus* d'Orb.	c.			c.	c.	a. c.
» *Largilliertianus* d'Orb .	r.			a. r.	r.	a. r.
» *subradiatus* d'Orb.	a. r.		r.	a. r.	a. r.	+
Scaphites œqualis Sow.	r.	c.		t. c.	c.	c.
» » *var. obliquus* Sow.		a. c.		c.	c.	a. c.
Turrilites Bechei Sow.	r.	r.				
» *costatus* Lam	a. r.			c.	t. c.	c.
» *Gravesianus* d'Orb. . .	r.				r.	
» *Morrisii* Sharpe. . . .	r.		t. r.	r.	r.	
» *Scheuchzerianus* Bosc..	r.				c.	c.
» *tuberculatus* Bosc.. .	a. c	r.		c.	c.	c.
» *Wiestii ?* Sharpe. . . .	r.			c.	r.	
PISCES						
Lamna appendiculata (?) Ag. . .	c.	c.	a. c.	a. r.	c.	+
Oxyrhina Mantelli Ag.	a. r.		r.		a. c.	+
Ptychodus decurrens Ag	r.		t. r		c.	+
Scapanorhynchus sp.	r.					

Observations sur cette faune

Il y a toujours quelque incertitude à déterminer l'âge relatif d'une faune, par la seule supputation du nombre des espèces qu'elle présente en commun avec d'autres. Les causes d'erreur sont multiples ; on néglige de prendre en considération l'abondance relative des espèces et on oublie également que la distribution des espèces varie

dans l'espace aussi bien que dans le temps. La méthode n'acquiert donc quelque valeur que si l'on prend en compte ces causes de perturbation, et c'est ce que nous avons tenté dans ce mémoire.

Notre tableau donne une liste de 200 espèces ou variétés trouvées dans le Cénomanien des côtes du Devonshire connues déjà dans d'autres régions ; sur ce nombre 71 espèces, soit 35 % se retrouvent dans les couches de Warminster, quoique la faune de ces couches récemment révisée ait fourni 160 espèces. La couche de nodules située à la base de la craie du Somersetshire et du Dorsetshire a fourni 90 des espèces précitées soit 45 %, c'est-à-dire un nombre plus grand de formes communes ; il semblerait ainsi qu'on doive s'attendre à trouver un plus grand nombre d'espèces communes aux niveaux inférieurs, mais il n'en est pas ainsi pour la raison que la nature des sédiments a changé : la Lower Chalk est un sédiment différent des précédents. Quoiqu'il en soit, et malgré cette différence lithologique, on connaît 71 espèces communes entre le Cénomanien du Devonshire et le Lower Chalk du sud de l'Angleterre, en dehors de sa couche de base. L'interprétation brutale des chiffres amènerait à une appréciation erronée puisqu'on trouve le même nombre de formes communes entre la Lower Chalk et les couches de Warminster.

Il est cependant possible de se rendre compte, par la discussion rationnelle de ces chiffres, des relations réelles d'âge des faunes cénomaniennes du Devonshire avec celles de Warminster et celles de la Lower Chalk. Il y a un grand nombre d'espèces qui passent de l'Upper Greensand au lit noduleux de la base du Chalk Marl, et qui ne se retrouvent pas dans le Chalk Marl même ; quelques espèces du Devonshire inconnues à la fois dans l'Upper Greensand et dans le Chalk Marl ont été reconnues dans ce lit noduleux.

Ainsi 40 espèces de notre liste du Devonshire, trouvées dans ce lit, n'ont pas été revues dans le Chalk Marl. Si l'on ajoute ces 40 formes aux 71 signalées dans la couche supérieure, on obtient le total de 111 espèces pour la faune de la Lower Chalk, et c'est ce nombre qui doit être pris comme terme de comparaison des faunes. On constate alors que sur les 200 espèces de la liste du Devonshire, il y en a 111, soit 55 %, communes avec la Lower Chalk, tandis qu'il n'y en a que 71, soit 35 %, dans les couches de Warminster.

Les relations véritables de ces 3 niveaux ressortent encore avec plus de netteté, si on néglige les formes dont la répartition dépend essentiellement de la profondeur, pour concentrer son attention sur les seuls Céphalopodes. La faune du Devonshire a fourni 38 espèces distinctes de Céphalopodes, dont 11 sont connues dans les couches de Warminster, 25 dans la couche noduleuse, 29 dans la Lower Chalk, soit respectivement 29 %, 66 %, et 76 %. Si on réunit les formes des deux derniers niveaux, leur ensemble contient toutes les espèces de Céphalopodes du Cénomanien du Devonshire, à l'exception de trois : *Ammonites pentagonus*, espèce nouvelle représentée par un spécimen unique, *Hamites simplex* de détermination douteuse, et *Turrulites Bechei*, fossile rare, propre au Devonshire.

En somme les espèces les plus communes dans les coupes du Devonshire, telles que *Ammonites Mantelli, Am. navicularis, Am. varians, Am. coupei, Turrulites tuberculatus*, sont en même temps les plus répandues et les plus caractéristiques du Chalk Marl.

La discussion des faunes établit par conséquent que les espèces de la Lower Chalk sont réellement prédominantes dans la série cénomanienne du Devonshire ; l'abondance des Céphalopodes de la Chalk Marl dans cette série indique

que les lits A et B correspondent à la base de la Lower Chalk. Mais en même temps il faut reconnaître que ces couches du Devonshire, de composition sableuse, et remplies de survivants de l'époque du Greensand, se sont déposées dans des mers moins profondes que le Chalk Marl, malgré le synchronisme de leur formation.

Telles sont les relations de la faune cénomanienne si spéciale du Devonshire, avec les couches de la série anglaise normale ; il reste à chercher leurs relations avec la série française.

Et d'abord la présence dans l'Ouest de la France de 140 espèces, sur les 200 signalées dans le Devonshire, soit 70 %, suffit à établir entre ces formations un rapprochement intime. Nous croyons même qu'une connaissance plus approfondie de la faune cénomanienne de la Sarthe. nous permettrait de reconnaître entre ces régions un plus grand nombre d'espèces communes ; la preuve en est que déjà actuellement M. Meyer et nous, nous avons pu reconnaître dans le Devonshire 29 espèces de l'Orne et de la Sarthe (Lamellibranches et Gastéropodes), auparavant inconnues en Angleterre. Si on limite cette comparaison aux seuls Céphalopodes, on compte 24 espèces communes à ces deux faunes, proportion faible à première vue pour les 38 espèces du Devonshire. Cette proportion toutefois se modifie complètement si on note que la liste du Devonshire contient diverses espèces rares, propres à l'Angleterre, 6 notamment que l'on peut déduire des 38, ce qui laisse le rapport de 24 à 32 soit 75 %.

Nous sommes ainsi fondés à conclure que la série cénomanienne du Devonshire est extrêmement voisine du type si particulier, connu dans l'Orne et dans la Sarthe : ces dépôts ont été formés dans des conditions physiques et bathymétriques analogues, et présentent un même assemblage de fossiles.

La faune cénomanienne du Devonshire nous a encore fourni d'autres relations avec la série française ; elles offrent un intérêt particulier pour les membres de la Société Géologique du Nord, puisqu'elles ont trait à la dissémination d'espèces du tourtia du Nord. Nous y avons en effet reconnu la présence des formes suivantes du tourtia de Tournay et de Montignies-sur-Roc, *Codiopsis doma, Pyrina Desmoulinsii, Terebratula arenosa, Ter. capillata, Ter. tornacensis, Ter. Verneuili, Pecten Passyi, Pecten subinterstriatus, Astarte cyprinoïdes, Avellana Prevosti, Solarium Thirrianums*, qui à l'éxception de *Ter. capillata* et *Ter. Tornacensis* n'avaient pas encore été signalées en Angleterre. Ainsi nous apportons un argument nouveau aux vues de d'Archiac, MM. Gosselet, Cornet et Briart, qui assimilaient le Tourtia aux grès du Maine. Nous signalerons à ce propos la présence de *Ter. Tornacennis* dans le Cénomanien de la Sarthe d'après des échantillons que nous devons à M. Bizet de Bellême où elle avait été confondne avec *Ter. biplicata* (Defr. non Sow.).

La conclusion naturelle de ces observations est de considérer le Cénomanien de la Sarthe, du Devonshire, et le Tourtia du Nord, comme des formations contemporaines datant de l'époque du Lower Chalk et non de l'époque du Upper Greensand : leurs caractères lithologiques aberrants, généralement sableux, leurs faunes propres doivent leur raison d'être à leur position géographique littorale sur les bords du bassin anglo-parisien. Ils se sont déposés sur les bords de la mer cénomanienne, dans des eaux relativement peu profondes, tandis que la Lower Chalk s'accumulait vers sa partie centrale, sous de plus grandes profondeurs.

Nombre des formes du Upper Greensand supérieur, notamment les Echinodermes et les Lamellibranches, ne trouvèrent plus un habitat favorable à leur développement

et disparurent dans les régions cénomaniennes qui s'affaissaient et où des dépôts de craie vinrent succéder aux formations du Greensand. Mais ces animaux chassés par l'établissement de ces conditions physiques nouvelles ne moururent pas tous : beaucoup abandonnèrent ces régions devenues trop profondes et émigrèrent emportés par les eaux cénomaniennes qui envahissaient les régions occidentales ; ils y survécurent et on les y trouve mélangés aux représentants des faunes nouvelles.

M. **Charles Barrois** présente les observations suivantes :

Dans nos recherches, déjà anciennes, sur le terrain crétacé de la Grande-Bretagne, recherches qui ont été si brillamment reprises par divers savants anglais, parmi lesquels M. Jukes-Browne occupe une place d'honneur, nous avions proposé pour les couches cénomaniennes le classement suivant :

Cénomanien	Zône à Holaster subglobosus	ancien Chalk marl.
	Zône du Chloritic marl	
	Zône à Pecten asper	ancien Upper Greensand.
	Zône à Ammonites inflatus	

M. Jukes-Browne se basant sur des études habiles autant que consciencieuses, réunit notre zône à Pecten asper à la zône à Am. inflatus, et fait rentrer cet étage dans l'Albien. Nous ne voyons aucune objection de principe à ce classement nouveau établi sur les caractères des faunes et sommes tout disposés à nous y rallier. Mais comme toutefois la zône à Am. inflatus contient de l'aveu unanime, des fossiles cénomaniens, et que la zône à Pecten asper en contient un plus grand nombre encore, le progrès des études nous paraît fatalement destiné à amener de nouvelles fluctuations dans ce groupement,

suivant les localités, les percentages des nouvelles listes et les interprétations parfois un peu subjectives des faunes.

Dans le Sud de l'Angleterre, la limite entre la zône à Pecten asper et le Chloritic marl est remarquablement nette ; et c'est à juste titre, croyons-nous, que M. Jukes-Browne insiste sur l'importance de cette division que ses travaux ont si bien mis en lumière. Nous sommes moins préparés à suivre cette division au Sud de la Manche, où les couches à *Pecten asper* nous paraissent se relier davantage à la série supérieure, à titre de formation plus littorale.

M. Gosselet présente les observations suivantes :

Le travail que nous envoie M. Jukes Brown ramène avec beaucoup d'à propos notre attention sur le Cénomanien du Nord que nous négligeons trop.

Depuis plusieurs années déjà j'ai modifié dans mon enseignement la classification admise dans l'*Esquisse géologique du Nord de la France* (1) à la suite du mémoire magistral de M. Ch. Barrois (2). Actuellement, j'assimile comme âge les sables glauconifères à *Pecten asper* de l'arrondissement d'Avesnes à la marne à *Ammonites laticlavius* du Blanc-Nez, en les considérant comme des dépôts plus littoraux. Cette manière de voir est conforme à celle adoptée par M. Jukes Brown pour les rapports du Cénomanien du Devonshire avec la Lower Chalk. Elle fait disparaître une double lacune bien inexplicable, celle des sables à *Pecten asper* dans le Boulonais et des marnes à *Amm. laticlavius* sur les bords de la Sambre.

---

(1) P. 245 et suivantes.

(2) Ch. Barrois *Mém. sur le terrain crétacé des Ardennes et des régions voisines.* Ann. Soc. Géol. Nord V. p. 84.

Mais toutes les difficultés que présente le Cénomanien ne sont pas levées.

Sur les bords de la Sambre comme aux environs de Bavai, la couche à *Pecten asper* est recouverte directement par la marne à *Belemnites plenus*, sans intercalation de toute la craie que M. Jukes Brown désigne sous le nom de Lower Chalk et M. Ch. Barrois sous le nom de craie à *Holaster subglobosus*. Cependant il semble quelquefois y avoir passage d'une couche à l'autre et la marne à *Belemnites plenus* contient des fossiles qui caractérisent les sables glauconifères. On peut il est vrai supposer que ces fossiles sont remaniés bien que leur fragilité rende l'hypothèse difficile à admettre.

Faut-il adopter l'opinion de Jukes Brown, opinion que je professais il y a très longtemps (1) ? Dans le Devonshire on rencontre au-dessus des couches à *Pecten asper* (A et B), que M. Jukes Brown rapproche pour le caractère paléontologique de la base du Lower Chalk, une marne glauconieuse avec *Belemnites plenus* représentant la partie supérieure de la même assise. Entre les deux manque, comme sur la Sambre, la grande masse du Lower Chalk.

Or M. Jukes Brown dit que les couches cénomaniennes du Devonshire doivent leur faune propre à leur position géographique littorale sur les bords du bassin anglo-parisien. Elles se sont déposées sur les bords de la mer cénomanienne, tandis que le Lower Chalk s'accumulait vers sa partie centrale sous de plus grandes profondeurs (2).

Si cette hypothèse est vraie, on peut supposer que la marne à *Pecten asper* de la Sambre correspond à l'ensemble du Cénomanien du Boulonnais.

---

(1) Esquisse géologique du Nord de la France, 1re édition, Bull. sc. hist. et litt. du département du Nord, VI p. 241 1874.

(2) *Anté* p. 263.

Quant au tourtia de Montigny-sur-Roc et de Tournai, il paraît être une formation plus littorale encore, correspondant à la partie supérieure des couches à *Pecten asper*. C'est dans sa couche B du Devon que M. Jukes Brown a recueilli le plus grand nombre des oursins qui le caractérisent.

N'oublions pas enfin que le sarrazin de Bellignies est aussi, comme l'ont démontré M. Barrois et M. Ladrière, une formation littorale plus ancienne que les sables glauconifères à *Pecten asper*.

Quant à la limite des étages dits Cénomaniens et Albiens (Gault), quand on voit deux géologues aussi éminents que M. Jukes Brown et M. Ch. Barrois, après avoir étudié la question sous toutes ses faces, arriver à des conclusions différentes, on est disposé à admettre que ces déterminations de limites ne doivent jouer qu'un faible rôle dans la science.

Sondages aux environs de Lille

Forage chez M. Léon Allart, industriel, à Roubaix

Altit de	Profondeur		Épaisseur
24		Terre végétale	1 50
	1 50	Sable mouvant	11
	12.50	Glaise	8.50
+ 3	21	Sable vert	26
	47	Glaise blanchâtre	16
— 39	63	Marne grise avec silex	7
	70	Marne blanche	4
	74	Dièves	15.50
	89.50	Calcaire gris dur	1
— 66	90.50	Sable noirâtre	0.80
	91.30	Calcaire gris (assez tendre)	8.65
	99.95	Calcaire tendre	10.05
	110	Calcaire noir (très tendre)	2.04

A 110m on a rencontré une fissure de 1m10

Excursion en Ardenne

FAITE DU 5 AU 13 AOUT 1895

par les élèves délégués de toutes le Facultés de France

sous la direction de

M. le Professeur GOSSELET

Professeur à la Faculté des Sciences de Lille

(*Suite*)

DEUXIÈME PARTIE, PAR M. GRANGE

4e Journée (8 Août 1895)

Étude du terrain dévonien inférieur modifie par la pression, de Bogny à Charleville.

L'excursion arrivée le matin à la gare de Monthermé, s'engage sur la route de Levrezy.

On aperçoit bientôt de l'autre côté de la Meuse, l'assise de Bogny, formée de phyllades et de quartzites noirs.

Si on suit le bord sud de l'îlot cambrien, on le voit surmonté par le poudingue dévonien qui est toujours à peu près à la même hauteur, son altitude va en décroissant légèrement de l'est à l'ouest ; ce poudingue est très faiblement incliné sur l'assise de Bogny, il diffère de celui de Fépin par la plus grande teneur en mica des parties schisteuses, qui se trouvent entre les galets.

Traversant ensuite la Meuse, nous escaladons une partie du rocher qui se trouve au nord de Bogny, pour aller voir dans la cheminée, le contact des couches de Bogny avec le poudingue ; on y observe une légère discordance, entre le poudingue et le cambrien. Puis, toujours sur la montagne, nous nous dirigeons vers une carrière de l'assise de

Bogny. Nous y observons des quartzites et des schistes noirs, ces derniers remplis de paillettes brillantes qui sont constituées par de l'ottrélite, chloritoïde renfermant du fer et du manganèse.

A l'une des extrémités de la carrière, on voit le poudingue dont la pâte présente elle aussi de l'ottrélite. A quelques kilomètres de Bogny, à Linchamps, on observe également l'ottrelite dans la pâte du poudingue dévonien. Or dans ces deux points le chloritoïde est à l'état d'accident et se trouve dans la pâte sans aucune trace de stratification; ceci éloigne déjà l'hypothèse du transport. En outre les schistes cambriens voisins qui ont formé la pâte n'en contiennent pas. Il faut donc admettre, que l'ottrélite s'est formé par métamorphisme. Ces deux gisements, Bogny et Linchamp, sont les deux seuls où il y a concordance du cambrien avec le dévonien, le métamorphisme par plissement n'a donc pas pu avoir lieu; aucune roche éruptive (elles manquent dans le voisinage) n'a pu agir. Nous devons donc admettre que la concordance du poudingue avec le schiste ne s'est établie que postérieurement à la formation du premier, par un mouvement de pression du dévonien sur le cambien, pression qui a produit un énorme développement de chaleur; c'est ainsi que l'ottrélite, dont les éléments préexistaient déjà dans la pâte, a pu se former.

Nous traversons de nouveau le pont de Bogny pour gagner la rive droite et, nous prenons la route de Lévrezy.

Un peu après le pont nous observons le long de la route une carrière de quarzites blancs de l'assise de Deville, présentant un pli anticlinal remarquable.

Un peu plus loin on peut observer le poudingue qui se termine par des grès et qui est recouvert par des schistes noirs remplaçant ici l'arkose et les schistes de Mon-

drepuits. Ce sont les phyllades de Lévrezy que nous observons sur la rive droite de la Meuse, en face du village de Braux; ces phyllades sont luisants et satinés, renferment du mica blanc et ne présentent pas ou presque pas de quartzites. Ils sont en outre fortement ondulés, quelquefois à angle très aigu, aussi arrive-t-il assez souvent que ces plis, dont la formation est due à une poussée venant du sud, se sont cassés et les éléments se sont pulvérisés ; il en est résulté au niveau de la cassure un chemin naturel que les eaux ont suivi. Emportant peu à peu les poussières résultant de la cassure, elles ont ainsi formé des fentes plus ou moins rapprochées les unes des autres et, pouvant parfois faire croire à une stratification différente de celle qui existe réellement. Certaines de ces fentes, ont été remplies par des eaux siliceuses, qui ont déposé des filons de quartz; comme d'autre part quelques filons se sont formés dans le même sens que la stratification, on a fréquemment des filons qui se coupent à angle plus ou moins aigu.

La montagne qui est au sud de Bogny et qui fait face à celle où nous avons observé le poudingue, est formée jusqu'à Braux par ces schistes de Lévrezy.

Continuant à longer la rive droite de la Meuse nous montons à une carrière située en face de Braux ; nous y trouvons des schistes et surtout des quartzophyllades noirâtres et micacés ; ces quartzophyllades présentent des bandes schisteuses noires et d'autres arénacées plus claires, on y trouve en outre des tâches oligisteuses arborisées, provenant de dendrites pyriteuses altérées, et, des filons de quartz contenant parfois d'assez jolis cristaux. Cette assise est celle des quartzophyllades de Braux, formant la partie supérieure de l'assise schisteuse de Lévrezy.

Nous descendons prendre le chemin de Joigny qui suit la ligne de chemin de fer ; nous trouvons les schistes

de Joigny, qui sont plissés satinés et bigarrés; ils présentent un fond violet ou bleu foncé avec panachures verdâtres, ils correspondent aux schistes d'Oignies, ce sont les mêmes que ceux du Mont Olympe sauf quelques petites différences.

Poursuivant notre route sur Joigny, nous rencontrons les schistes de Laforet qui correspondent à l'assise de Saint-Hubert; ces schistes sont verts ou vert jaunâtre, on y trouve également des psammites et des quartzites gris.

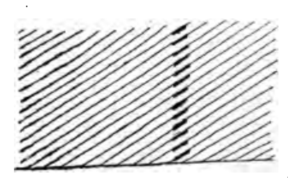
Un kilomètre plus loin nous voyons l'équivalent du grès d'Anor, représenté par une formation toute différente; les phyllades d'Alle, qui sont d'un noir brillant et, ont été exploités pour faire des ardoises. Comme fossiles, on y a trouvé des Astéries.

Nous sommes bientôt à Joigny, où nous déjeunons. Après dejeûner nous traversons la Meuse et nous voyons en face du village une carrière avec schistes bigarrés de Joigny.

Puis, on gravit une partie de la montagne qui est en face, pour aller prendre la route de Braux à Nouzon.

Nous remarquons que le plateau est recouvert par des alluvions de la Meuse et, nous dirigeant sur Nouzon, nous retrouvons bientôt les schistes de Joigny, puis plus loin, après avoir traversé les phyllades d'Alle, sans pouvoir les observer, la partie inférieure des schistes de Nouzon. Ce sont des schistes gris-jaunâtre avec filons de quartz et bancs de quartzites; ils sont sans fossiles.

Nous arrivons au pont de Nouzon, où quelques mètres au-dessus (rive gauche), nous observons des filons de quartz blanc au milieu de schistes verdâtres. Ce quartz est d'origine thermale, par conséquent bien postérieur aux schistes; si l'on examine attentivement certains de ces filons on s'aperçoit



que chacun est formé par l'agglomération des petits filonnets parallèles à la schistosité. Chacun de ces petits filons a été déposé par de l'eau qui circulait dans une zone fissurée verticale. L'eau pénétrait dans la roche par capillarité en suivant la schistosité.

Nous traversons le pont de Nouzon et remontons la Meuse sur la rive droite.

La tranchée qui est derrière la gare nous offre différents plis ; parmi ceux-ci, un bel anticlinal formé par des schistes et des quartzites avec filons de quartz.

Remontant le chemin qui suit la voie, nous entrons dans les schistes gris et les quartzophyllades du bois Gesly, avec bancs calcaires fossilifères : c'est l'équivalent de la grauwache de Montigny. Un peu plus loin nous trouvons une carrière entaillée dans des schistes plissés et présentant des ripple marks. Quelques mètres plus loin, une carrière montre un splendide anticlinal, formé par des quartzites bleus autour d'un noyau schisteux. Les quartzites sont exploités, tandis que le noyau ne l'étant pas, a été laissé au milieu de la carrière, qu'il divise en deux ; d'où le nom de carrière double qui lui a été donné.

Nous regagnons alors Nouzon, où nous prenons le train pourr entrer à Givet.

Leçon sur le parallélisme des bassins de Dinant et de Charleville faite à Givet, le 9 août au soir, par M. le professeur Gosselet

L'excursion d'aujourd'hui avait pour but de nous montrer les différences qui existent entre les deux bassins très voisins, celui de Dinant observé hier et celui de Charleville que nous venons de voir.

Bassin de Dinant

Gedinien	1° Poudingue de Fépin.
	2° Arkose d'Haybes.
	3° Schistes de Mondrepuits.
	4° Schistes d'Oignies.
	5° Schistes de Saint-Hubert.
Coblentzien	1° Grès d'Anor.
	2° Grauwacke de Montigny.

Bassin de Charleville

Gedinien	1° Poudingue de Bogny.
	2° Phyllades de Levrezy { en bas. Phyl. de Levrezy ; en haut. Quartzophyl. de Braux.
	4° Phyllades de Joigny.
	5° Phyllades de Laforest.
Coblentzien	1° Phyllades d'Alle et schistes de Nouzon.
	2° Quartzophyllades avec grès du bois Gesly.

L'élément schisteux, comme nous avons pu nous en rendre compte, domine dans le bassin de Charleville, tandis que c'est le grès dans celui de Dinant.

Dans le cours de l'excursion d'aujourd'hui, je vous ai indiqué à quelles assises du bassin de Dinant, correspondaient les diverses couches que nous avons rencontrées. Mais vous avez pu vous demander comment, devant des assises aussi différentes, on était parvenu à établir un parallélisme. C'est à Dumont que revient l'honneur de ce difficile travail. Les premiers temps où j'étudiais l'Ardenne, je crus, à cause des si grandes différences que présentent entre elles ces assises, que Dumont s'était trompé, je contrôlai ses observations et je vis qu'il avait raison.

L'analogie des deux poudingues ne fait aucun doute.

Si l'on suit à l'est les schistes de Mondrepuits et l'arkose d'Haybes, on rencontre la terminaison du grand massif de l'Ardenne au cap de Louette ; là, les schistes se chargent

de flammes noires, puis deviennent entièrement noirs, l'arkose diminue, puis disparait, et le tout, est certainement remplacé par les schistes de Lévrezy.

L'analogie s'établit facilement entre les schistes de Joigny et d'Oignies, il en est de même pour les schistes de Laforêt et de Saint-Hubert.

Elle est plus difficile à concevoir entre les grès d'Anor et les phyllades d'Alle, qui paraissent différents, nonseulement au point de vue pétrographique, mais encore par la faune ; en effet on trouve dans le grès d'Anor, des lamellibranches, des brachiopodes, quelques-uns comme les *Rensselaeria* tout à fait localisés dans cette zone ; tandis que dans les schistes d'Alle on avait trouvé il y a peu de temps encore que des Asteries. On assimilait donc ces schistes aux grès d'Anor, par la stratigraphie. Mais M. Jannel a trouvé entre Joigny et Nouzon à la partie supérieure des phyllades noirs de petits îlots de grès blanc rosé, contenant, la faune d'Anor. La preuve paléontologique était donc trouvée et ces schistes correspondent bien au grès d'Anor.

Au-dessus viennent les schistes de Nouzon, dont on ne sait que faire. Si on avance vers l'est, ils disparaissent et sont remplacés par les phyllades d'Alle, dont ils seraient la partie supérieure. On y trouve cependant des fossiles, qui les rapprochent de la grauwacke de Montigny sur Meuse.

Les quartzophyllades du bois Gesly, correspondent à la grauwacke de Montigny ; les fossiles qui ont été recueillis par Jannel ne laissent aucun doute.

D'une manière générale les couches du bassin de Charleville sont plus métamorphisées que celles du bassin de Dinant ; ceci est dû à une pression énergique venant du Sud, qui les comprimait contre le massif cambrien de Rocroi. C'est ce qui leur a donné leur structure phylladique, les a plissées et cassées.

Le cambrien du massif de Rocroi, se termine en pointe vers l'est. Les diverses couches dévoniennes qui l'entourent dans le mouvement de pression venant du sud, se sont repliées sur elles-mêmes en formant une sorte de longue queue, si bien que lorsque marchant vers l'est dans l'axe du pli nous arrivons aux schistes de St-Hubert, nous sommes loin du massif cambrien.

Cette assise de St-Hubert, nous montre plusieurs faciès différents, produits par les conditions différentes de leur dépôt et de la pression qu'elles ont subie postérieurement. Si nous les suivons vers l'E., à 20 kilom. de la Meuse, nous les voyons se modifier, devenir plus grossiers et nous y voyons apparaître de l'aimant ; ce sont les schistes amiantifères de Paliseul. Plus à l'est, les schistes sont moins grossiers, ils sont chargés de biotite (schistes biotitifères de Bertrix). Plus loin encore la biotite disparaît, les schistes deviennent grisâtres, il n'y a plus de minéraux, ils sont très tendres ; ce sont les schistes de Sainte-Marie. Ils se rechargent enfin de paillettes brillantes (schistes ilménitifères de Bastogne), qui sont de l'ilménite, sesquioxyde de fer chargé de titane; on ne peut les reconnaître des paillettes de biotite sans le secours du microscope.

Les couches du bassin de Charleville, analogues comme âge à celles de Dinant, mais différentes comme aspect, doivent donc en grande partie ces différences au métamorphisme produit par la chaleur, résultant de la pression venant du Sud.

5e journée (9 août)

Étude de la série dévonienne (suite)

N'ayant pu terminer l'étude de la série dévovienne inférieure de Fumay à Vireux, dans l'excursion du 7, nous arrivons le matin de Givet à Vireux; nous prenons la route de Vireux à Fépin, que nous suivons pendant 3 kilomètres environ.

Nous nous trouvons bientôt devant des carrières formées par la grauwacke et les grès de Montigny qui fournissent d'abondants fossiles : *Homalonotus* (tête), *Spirifer paradoxus*, *Orthis circularis, Chonetes pleibeia, Leptœna Murchisoni, Rhynchonella daleidensis, Pleurodyctium problematicum*, etc...

Puis nous regagnons Vireux par la même route, et, nous arrivons bientôt à l'assise du grès de Vireux. C'est un grès quartzeux et pyriteux, gris ou vert noirâtre ; il est très dur, employé pour la fabrication des pavés, et, formé par des grains fins, soudés par un ciment siliceux.

Plus loin, nous voyons les schistes rouges de Burnot, dont les couches plongent vers le Nord ; sur la rive droite de la Meuse en face de Vireux, elles deviennent horizontales, puis se révèlent, formant ainsi un petit bassin, à l'extrémité duquel on voit réapparaître le grès de Vireux, dont on peut observer une voûte uniclinale dans une tranchée après la gare de Vireux.

De là nous prenons la route de Vireux à Mazée, à l'entrée de laquelle nous allons rencontrer les couches supérieures du Coblentzien et d'Eifélien.

Nous observons d'abord l'assise des schistes et grès de Burnot sans fossiles, essentiellement caractérisée par des schistes et des grès lie de vin ; on y a trouvé des empreintes rapportées à des médusoides et, surtout des traces de pluie, des effets de dessèchement et des ripple-marks.

En suivant la route, nous voyons bientôt l'assise inférieure de la grauwacke d'Hierges, à *Spirifer arduenneusis ;* c'est une grauwacke brunâtre avec grès siliceux. On y trouve d'abondants fossiles, parmi lesquels : *Spirifer arduenneusis, Athyris undata, Athyris concentrica, Leptœna depressa, Chonetes dilatata, Pleurodictyum problematicum,* etc...

Puis vient l'Eifélien représenté par l'assise calcaire de Couvin surmontée bientôt par les schistes à *Calceola sandalina;* ces schistes sont argileux, gris jaunâtre, contenant quelques nodules calcaires, on y trouve de nombreux fossiles: *Calceola sandalina*, *Phacops latifrons, Spirifer speciosus, Athyris concentrica, Orthis,* etc...

Prenant ensuite un chemin qui va de la route à Molhain, nous allons observer la couche supérieure de la grauwacke d'Hierges (Couche à *Spirifer cultrijugatus).*

Nous rentrons alors à Givet et après dîner, nous allons étudier le Givetien et le Frasnien, qui s'étendent soit en face de la ville sur la rive droite de la Meuse, soit au sud-ouest sous la citadelle de Charlemont, vers laquelle nous nous dirigeons.

Les couches plongent d'un côté au Nord, de l'autre au Sud, par suite d'une faille.

Sous la citadelle du côté Est on trouve des bancs assez épais d'un calcaire, qui avait d'abord été rapportée au Givetien, mais que l'on range maintenant dans la zone supérieure du Frasnien à cause de la présence du *Spirifer Verneuili.*

Les schistes commencent par la zone des monstres, à fossiles de grande taille, on y trouve : *Spirifer Orbelianus,* Sp. *Verneuili, Orthis striatula, Atrypa reticularis.*

Puis viennent les schistes à Receptaculites *(Receptaculites Neptuni)*, au-dessus desquels viennent des schistes, avec noyaux calcaires, dans lesquels on trouve des *Camarophoria formosa;* puis une masse calcaire suivie d'une nouvelle masse de schistes contenant des *Camarophoria mégistana.*

Enfin, sous le fort Condé s'observent des schistes à *Rhynchonella cuboïdes;* dans ces schistes sont intercalées de grosses masses calcaires rouges à *Stromatactis;* ce sont des calcaires construits dans lesquels on trouve également *Rhynchonella cuboïdes.*

Nous montons alors sur le plateau d'Asfeld, où nous trouvons des blocs de grès très dur, appartenant au tertiaire, et, correspondant à l'époque des sables de Bracheux. Ces blocs présentent des perforations dues à des racines, et, produites avant la solidification.

Nous voyons également à la partie ouest du plateau, les couches supérieures du Givetien, et, nous récoltons d'abondants *Cyathophyllum* et *Favosites*, parmi lesquels d'énormes *Cyathophyllum quadrigeminum*.

Nous descendons ensuite dans les carrières des Trois Fontaines, formées par les couches inférieures du Givetien; ce sont ces carrières qui fournissent le calcaire de Givet, calcaire gris noir produisant d'excellents matériaux de construction, très activement exploitées. Les fossiles y sont abondants, mais il est presque impossible de les extraire, nous récoltons quelques coupes de *Stringocephalus Burtini*, et, un maître carrier nous montre deux splendides échantillons de *Murchisonia* provenant d'un bloc altéré.

Nous remontons quelques mètres la route de Givet à Vireux et nous voyons le contact du Givetien avec les schistes à calcéoles ; toutes ces couches plongent vers le sud.

En rentrant à Givet, nous voyons avant d'arriver à la porte de France, la faille, qui explique l'inclinaison soit au nord, soit au sud, des couches que nous venons d'observer. Cette faille est un pli brisé, car les roches en regard appartiennent aux mêmes couches, en outre elle n'est pas rectiligne, mais décrit des escaliers, de telle sorte que sur une coupe, à la jonction des deux levées, on aurait l'aspect d'un T.

Nous rentrons à Givet et en ressortons bientôt par la route de Beauraing.

Au-dessous du fortin des Vignes nous trouvons les schistes de Frasne avec nodules argilo-calcaires et quelques fossiles ; *Camarophoria megistana, Spirifer nudus, Sp. euryglossus ;* puis viennent les schistes noirs de Matagne à *Cardium palmatum*, qui constituent la partie supérieure du Frasnien.

Un peu plus haut, nous avons le commencement du Famenien représenté par des schistes verdâtres, contenant : *Spirifer Verneuili, Cyrtia Murchisoniana, Rhynchonella Omaliusi*, etc.

Nous rentrons alors à Givet.

6e Journée (10 Août).

Étude des calcaires construits devoniens et carbonifères.

Départ le matin de Givet par la route de Philippeville, que nous suivons jusqu'à la tranchée occupée autrefois par la ligne qui joignait Romedenne à Romerée.

Le long de la route, nous examinons l'aspect de la Fagne, pays plat, recouvert d'un bois pauvre, çà et là quelques moissons plus maigres encore ; le sol est schisteux.

Dans la tranchée nous trouvons des schistes vert noirâtre à fine texture et peu durs, renfermant de petites bandes calcaires formées par une véritable lumachelle, aussi les fossiles abondent-ils dans ce gisement; on y trouve : *Spirifer Verneuili, Cyrtia Murchisoniana, Rhynchonella Omaliusi, Camarophoria crenulata,* etc., etc. Après avoir fait une abondante récolte de fossiles nous remontons en voiture, pour nous diriger vers les grandes carrières qui sont au sud de Vodelée. Situées dans une voûte anticlinale dont l'axe est formé par du calcaire givetien, elles sont creusées dans un calcaire rouge construit par des Stromatopoïdes, qui se détachent en blanc. C'est la

carrière Hannekinne que nous visitons. Le calcaire a plus de 80 mètres d'épaisseur et ne présente pas de trace de stratification, le marbre est gris à la partie sud, et, d'autant plus rouge que l'on se trouve plus au nord.

Cette masse n'est pas entièrement compacte ; à la partie supérieure, on voit des schistes à *Acervularia* surmontés de schistes à *Spirifer Verneuili*, *Atrypa reticularis* et encrines alternant avec des calcaires rouges également à encrines. Le calcaire à *Stromatactis* est en dessous.

Ce calcaire forme un très beau marbre rouge avec veines blanches ; aussi toutes ces carrières sont le siège d'une exploitation très active ; nous devons ajouter que les blocs sont extraits non à la poudre, mais au ciseau et au fil d'acier.

Nous revenons à Givet par la même route; arrivés à la chapelle de Walcourt, nous voyons au-dessous de la route les schistes à *Cardium palmatum* et au-dessus les schistes à *Rhynconella Omaliusi*.

Nous rentrons à Givet et prenons le train pour Hastières.

Après le déjeûner, nous suivons la route de Waulsort sur la rive gauche de la Meuse.

Nous voyons d'abord la partie supérieure du famennien représentée par les psammites du Condroz, qui sont accompagnées de schistes et de grès, puis nous arrivons au carbonifère.

Il commence par le calcaire schistoïde d'Etrœungt, bientôt suivi du calcaire carbonifère à encrines de l'assise de Tournai ; ce calcaire dit Petit-Granite, est exploité comme matériaux de construction.

Suivant la ligne du chemin de fer, nous observons le calcaire carbonifère construit ; calcaire massif sans stratification, de couleur blanc sale, formé par des Stromatoporoïdes, qui sont bien moins visibles que ceux des calcaires construits dévoniens : il renferme le *Spirifer cuspidatus*

caractéristique du Waulsortien. Ces calcaires sont parfois en grande partie dolomitisés ; les organismes sont plus visibles, apparaissant alors en couleur différente.

En continuant à suivre la vallée de la Meuse, on observe un pli avec cassures, dont la corniche est formée de calcaire construit.

Avant d'arriver à Waulsort nous voyons la dolomie reposer sur le calcaire construit ; puis M. Gosselet nous montre sous la girouette placée en face du village de Freyr le calcaire carbonifère supérieur formant le Viséen, il nous fait en même temps remarquer que le calcaire carbonifère construit disparaît en allant au Nord, et, que la dolomie reposera, sur le calcaire à encrines.

Nous prenons le train pour Namur.

A notre arrivée nous nous dirigeons vers la citadelle, où nous nous trouvons à la partie nord du bassin de Namur. L'extrémité nord-ouest de la citadelle est construite sur du calcaire carbonifère plongeant au Sud, tandis que la partie sud-est est sur le terrain houiller inférieur formé par des psammites et des schistes à *Productus carbonarius*.

La houille exploitée à Namur provient donc du houiller inférieur ; mais ce qui est plus remarquable c'est que les deux veines exploitées, la veine du Château et la veine du charbonnage de la Plante, toutes deux fortement inclinées vers le sud appartiennent à la même couche ; en effet, si l'on suit dans cette direction la rive droite de la vallée de la Meuse, deux kilomètres environ après être sorti de la ville, on ne tarde pas à voir de nouveau le calcaire carbonifère, renversé au-dessus du houiller inférieur. Il y a donc un bassin uniclinal qui a ramené au sud les couches du Nord.

Nous rentrons ensuite à Namur.

7e Journée (11 Août)

Métamorphisme dynamique

Départ de Namur pour Libramont.

En face de la gare de Libramont nous voyons des schistes très altérés appartenant à l'assise de Saint-Hubert.

Nous sommes en effet sur l'extrémité du massif cambrien de l'Ardenne. Il formait au début du dévonien une pointe qui n'a été recouverte que pendant le Gedinien, d'abord par un poudingue, puis par une arkose comparable à celle d'Haybes mais d'âge postérieur, puis en dernier lieu par des schistes verdâtres sans cristaux, analogues à ceux de Saint-Hubert et renfermant des grès verts stratoïdes ressemblant beaucoup à ceux que nous avons vus antérieurement au rocher de la Gate.

Nous sommes dans le bassin de Charleville et les couches plongent au Sud.

Nous suivons la voie du Chemin de fer de Libramont à Bruxelles, jusqu'au-dessus de Serpont. Nous voyons les schistes de Saint-Hubert devenir de plus en plus compacts, et, arrivés dans la tranchée, située au-dessus de Serpont, nous nous trouvons en présence d'une roche ayant l'aspect d'une roche éruptive, et, qui n'est autre que la Cornéite, roche noirâtre, très dure, riche en mica noir, ayant de nombreux passages avec les schistes qui lui ont donné naissance. Cette roche a été certainement formée par les schistes de Saint-Hubert que nous avons suivis le long de la voie. Sous l'influence d'une poussée venant du sud, l'écrasement de ces couches contre l'îlot cambrien de Serpont, qui se trouvait au nord, a développé une énorme quantité de chaleur, qui les a métamorphisées.

Nous rentrons alors à Libramont, et, après déjeûner, nous prenons la route de Séviscourt. Nous voyons

tout d'abord des grès blancs qui appartiennent encore à l'assise de Saint-Hubert et qui à 3 ou 4 kilomètres de nous se chargent de grenats.

Prenant ensuite un sentier à gauche, près de la borne 4, nous trouvons des blocs d'arkose, semblable à celle de Bras et constituant l'assise la plus inférieure du Devonien de ce pays.

Au-dessous, les couches plongent au sud et en nous dirigeant au nord, nous trouvons les schistes cambriens pétris d'ottrélite et correspondant à l'assise de Bogny.

Du haut du massif de Serpont, nous apercevons au loin, au nord, un autre îlot cambrien constituant les Hautes-Fanges. Puis, à quelques centaines de mètres, nous traversons des schistes verts chloriteux remplis de cristaux d'ottrélite, dont quelques-uns sont de très grande taille. Continuant toujours nous trouvons de nouveau l'arkose dévonienne et les schistes cambriens toujours ottrélitifères.

Aucune roche éruptive ne se trouve dans le voisinage; il a fallu pour métamorphiser ces schistes de Saint-Hubert et donner naissance aux beaux cristaux d'ottrélite qu'ils renferment, une source de chaleur provenant de pressions ou de frottements. On invoque en effet, ici, une pression qui aurait comprimé ces schistes dévoniens dans une faille entre deux massifs cambriens.

Nous rentrons à Libramont par la route, après avoir fait le tour du château de Seviscourt; là, plus heureux que dans le sentier que nous avons suivi en partant et, où nous n'avions trouvé que de rares blocs de schistes à gros cristaux d'ottrélite, nous en rencontrons de nombreux sur un tas de pierres, ce qui permet à chacun d'en faire une abondante récolte.

De là nous gagnons la gare.

Durant le trajet de Libramont à Namur M. Gosselet nous fait successivement remarquer :

La tranchée de l'ilot de Serpont dans laquelle nous avons vu la cornéite.

A Poix les schistes bigarrés d'Oignies, constituant une voûte uniclinale vers le Sud, puis les schistes de Saint-Hubert.

Le grès d'Anor, sous le château de Miroir ; les grès de Vireux, le poudingue de Burnot et, à Grupont la grauwacke d'Hierges, qui après la station forme avec les schistes rouges une série de voûtes successives.

Les schistes à calcéoles se montrent vers la station de Jemelle, puis le calcaire de Givet. Enfin nous traversons la Fagne et arrivons à Namur.

Troisième partie, par M. Roux.

Journée du 12 Août

Visite au Muséum de Bruxelles

sous la direction

de MM. Dupont, directeur et Dollo, conservateur.

Après un exposé général fait par M. Dupont sur la découverte des Iguanodons de Bernissart, M. Dollo, en nous montrant les richesses paléontologiques du Musée, nous a longuement expliqué les caractères anatomiques et zoologiques des principaux animaux dont la restauration lui est en grande partie due.

A. Salle de Bernissart ou Salle des Iguanodons. — Les Iguanodons sont des reptiles Dinosauriens qui ont apparu dès le Jurassique supérieur pour disparaître vers la fin du Crétacé. Ils sont surtout abondants à la base du Crétacé (Wealdien). L'histoire des Iguanodons dont, seul au monde, le Muséum de Bruxelles possède des spécimens complets, comprend, d'après M. Dollo, les quatre phases suivantes :

1. *Phase Mantellienne.* — En 1822, Gédéon Mantell découvre dans le Wealdien d'Angleterre des dents appartenant, d'après lui, à un Iguane gigantesque, d'où le nom d'Iguanodon Mantelli qui fut donné à ces restes fossiles.

2. *Phase Owenienne.* — En 1840, on trouve des restes d'Iguanodon plus nombreux et mieux conservés. Owen les étudie et essaie de démontrer les rapports de l'Iguanodon avec les Mammifères.

3. *Phase Huxleyenne.* — Plus tard, Huxley reprend l'étude de l'Iguanodon, et reconnaît les erreurs commises par Owen : il démontre les relations de l'Iguanodon avec les Oiseaux et l'éloigne des Mammifères. En 1865, il affirme la station debout et la marche bipède de l'Iguanodon.

4. *Phase Bernissartienne* (1). — Enfin, en 1878, M. de Pauw retire du Wealdien qui recouvre le terrain houiller à Bernissart, près Tournay, les débris de vingt-neuf squelettes d'Iguanodon, appartenant pour la plupart à une nouvelle espèce, *Iguanodon Bernissartensis,* de taille plus forte que J. Mantelli.

On peut admirer, au Museum de Bruxelles, cinq squelettes de ces animaux, complets et montés, et un autre qui, sur les ordres de M. Dupont, a été laissé tel qu'il a été trouvé, dans la position couchée qu'il occupait au moment de sa mort.

La découverte de 1878 offre un double intérêt : le nombre considérable de squelettes dont beaucoup sont complets, et leur bon état de conservation, dû sans doute à ce que ces animaux ont été recouverts avant complète décomposition.

---

(1) M. Dollo, trop modeste, eût dû qualifier cette quatrième phase du titre de Dolloenne, puisque c'est lui qui a étudié et reconstitué les Ignanodons de Bernissart.

Aujourd'hui donc les Iguanodons sont connus dans tous leurs détails, grâce surtout aux savantes études de M. Dollo.

L'*Iguanodon Bernissartensis* atteint 9m50 de longueur totale, dont 4m50 pour la tête, le cou et le tronc, et 5m pour la queue.

Tête. — La tête est allongée et se termine par une sorte de bec qui devait être recouvert de corne. Elle possède 92 dents.

Ces dents sont caractéristiques : elles sont comprimées en forme de spatule, présentent des ondulations longitudinales, et leurs bords sont denticulés. Elles ressemblent aux dents des vrais Iguanes, qui sont des Lacertiens, et sont conformées pour couper et triturer les végétaux. Il n'y a pas de dents sur les prémaxillaires.

Colonne vertébrale. — Le rachis de l'Iguanodon comprend 81 vertèbres, dont 10 cervicales opisthocœliques, 17 dorso-lombaires biplanes, 6 sacrées soudées entre elles et 48 caudales légèrement biconcaves. Les apophyses épineuses sont bien développées et sont reliées entre elles par des tendons ossifiés croisés dont on retrouve les analogues chez l'Aptérix actuel.

Ceinture scapulaire. — Elle comprend une omoplate et coracoïde ; il n'y a pas de clavicule comme chez beaucoup d'autres reptiles, (caméléons, etc.). Le sternum est pair, c'est-à-dire formé de deux moitiés gauche et droite.

Membres antérieurs. — Les pattes de devant sont relativement courtes. La main possède cinq doigts : l'auriculaire a quatre phalanges ; l'index, le majeur et l'annulaire, trois ; le pouce est rudimentaire et constitue une sorte d'éperon servant sans doute à l'animal d'arme défensive.

Ceinture pelvienne. — Il n'y a pas de symphyse pubienne ; l'ischion et le pubis sont allongés ; l'illium possède aussi un long prolongement en avant de l'acétabulum.

Membres postérieurs. — Ils sont énormes : Le fémur est très long : il possède une apophyse puissante (comme chez les Palmipèdes, où elle sert de point d'insertion au muscle caudo-fémoral, qui produit les mouvements latéraux de la queue ; un autre, l'ischio-fémoral, s'insère aussi sur la crête de cette apophyse). Cette disposition devait exister aussi chez l'Iguanodon, dont la queue est très puissante.

En réalité, cette apophyse du fémur n'a rien de commun avec le 3° trochanter des Mammifères ; M. Dollo l'appelle le 4° trochanter et la crête qui la surmonte crête épitrochantérienne. Les caractères qui rapprochent l'Iguanodon des Oiseaux sont assez nombreux :

1° L'allongement de l'ischion et du pubis en arrière de l'acétabulum ;

2° Le prolongement préacétabulaire de l'ilium ;

3° La ressemblance du fémur avec celui des Oiseaux et notamment des Palmipèdes ;

4° Chez les Oiseaux, le péroné osseux ne s'articule pas avec le torse, car il se termine en pointe ; or, chez l'Iguanodon, le tibia est, pour ainsi dire, en train de pousser le péroné hors de l'articulation et ne lui laisse plus qu'une très petite surface articulaire avec le calcaneum ;

5° L'articulation de la jambe sur le pied est, comme chez les Oiseaux, intertarsienne ; l'astragale et le calcaneum commencent à se souder aux os de la jambe ;

6° Le pied ressemble à un pied d'Oiseau, ex. Nandou : le 1er et le 5me orteils sont à peu près absents ; les trois orteils bien développés sont formés de 3, 4, 5 phalanges dont les unguéales devaient porter des sabots ou des griffes énormes.

Ainsi, l'Iguanodon n'est pas seulement digne d'attention par sa grande taille, mais aussi et surtout par les particularités de sa structure anatomique.

L'Iguanodon se tenait debout sur ses pattes de derrière qui, seules, servaient à la marche. Les recherches de M. Dollo sont décisives à cet égard : les empreintes de pieds qui ont été trouvées, s'adaptent toutes au membre postérieur, aucune au membre antérieur ; les pattes postérieures sont, d'ailleurs, bien plus développées que les antérieures ; en outre, le poids énorme de la queue avait pour conséquence, l'articulation du fémur au bassin servant de pivot, de relever la partie antérieure du corps, d'autant plus que les apophyses épineuses des vertèbres sont réunies en un axe rigide par des tendons ossifiés entre-croisés ; enfin, il existait un fort muscle caudo-fémoral qui, par sa contraction bilatérale, contribuait encore à produire la station debout.

Il est certain aussi, étant donné la constitution du fémur et la position du grand trochanter, que l'Iguanodon ne pouvait comme le font les Crocodiliens, placer la cuisse obliquement ou perpendiculairement au plan médian du corps, ce qui est le cas général chez les Reptiles à marche quadrupède.

La station debout permettait à l'animal d'atteindre les feuilles des végétaux élevés et aussi d'observer de loin ses ennemis carnassiers. Ses pattes de devant lui servaient à la fois d'instrument préhensif et d'arme défensive. Mais l'Iguanodon était amphibie, ainsi que le montrent les traces de palmures observées sur certaines empreintes. Sa queue lui servait de balancier.

D'après M. Dupont, le gisement de Bernissart si riche en Iguanodons a un caractère fluvial indiscutable : on y trouve une multitude de poissons, des Fougères de petite taille, etc.

Il devait exister là une vallée très encaissée parcourue par un cours d'eau poissonneux bordé de marécages favorables au régime herbivore des Iguanodons.

C'est sans doute par l'effet d'une crue intense et subite de ce fleuve que les Iguanodons de Bernissart ont été enfouis.

Voici (p. 290), d'après M. Dollo, la position de l'Iguanodon dans l'arbre généalogique des Reptiles :

Le gisement de Bernissart, outre les Iguanodons, a fourni beaucoup d'autres restes de vertébrés. Voici les principaux :

Chéloniens. — Deux espèces de petite taille.

Paltochelys Duchastelii

Chitracephalus Dumonii. Cette dernière est un chélonien pleurodère, donc à cou flexible latéralement.

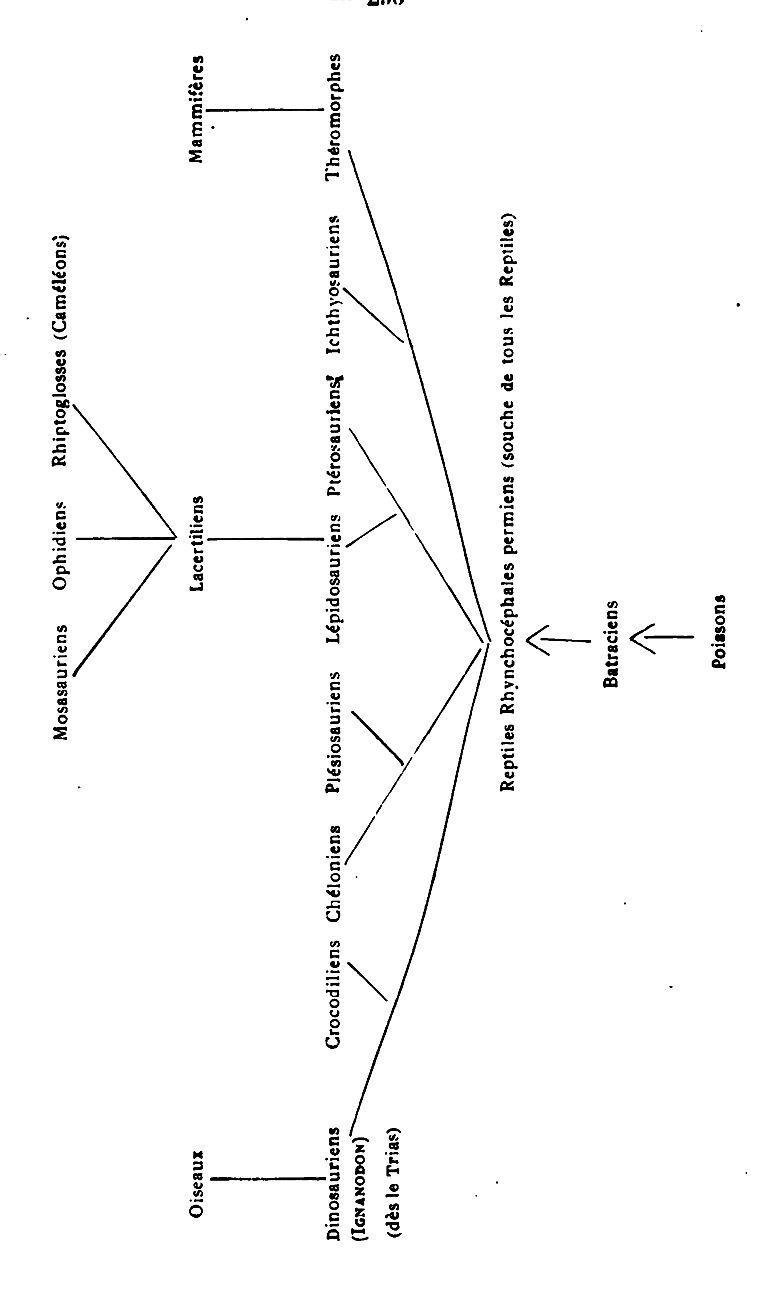
Crocodiliens. — *Goniopholis simus*. Ce crocodile, long de deux mètres, devait être amphibie plutôt qu'aquatique. Il possède une armure osseuse protectrice formée de deux rangées de plaques dorsales, avec des plaques ventrales non imbriquées.

Bernissartia Fagesi. Longueur 0m80. Deux squelettes ; genre voisin du précédent, mais dont l'armure possède de nombreuses rangées de plaques dorsales articulées et de plaques ventrales imbriquées. C'est aussi un petit crocodile amphibie à museau court ; il paraît être la souche de nos Crocodiles et Alligators actuels.

Goniopholis et *Bernissartia* sont des Crocodiliens du groupe des *Mesosuchia* On peut, en effet, classer les crocodiliens, d'après la position des narines en trois catégories :

1. *Parasuchia :* narines intérieures loin de la base du crâne. Tel est le *Belodon* du Trias. C'est à l'époque du Trias que les *Parasuchia* se sont séparés des *Rynchocéphaliens*.

2. *Mesosuchia* : Narines vers le milieu du crâne. Tels sont le *Teleosaurus* du Jurassique, les *Bernissartia*, *Gonio-*



Mosasauriens
Ophidiens
Rhiptoglosses (Caméléons)
Lacertiliens
Oiseaux
Mammifères
Dinosauriens
(Ignanodon)
(dès le Trias)
Crocodiliens
Chéloniens
Plésiosauriens
Lépidosauriens
Ptérosauriens
Ichthyosauriens
Théromorphes
Reptiles Rhynchocéphales permiens (souche de tous les Reptiles)
Batraciens
Poissons

pholis, *Pholidosaurus* du Wealdien. Les ***Mesosuchia*** sont issus des ***Parasuchia***.

3. ***Eusuchia*** : Narines vers la base du crâne. Dérivés des ***Mesosuchia***. Ce sont les crocodiles du crétacé supérieur, tertiaires et actuels.

Amphibiens. — *Hylœobatrachus Croyii*, sorte de petite salamandre, la plus ancienne connue.

Poissons. — On a trouvé à Bernissart plus de 2000 poissons, dont beaucoup sont des Ganoïdes vrais tels que le *Lepidotus Mantelli*, etc.

D'après M. Dollo, les poissons à squelette osseux se divisent ainsi :

Poissons osseux	1. Dipneustes	Devenus rares à l'heure actuelle.
	2. Ganoïdes	
	3 Physostomes	Téléostéens, devenus prépondérants aujourd'hui.
	4. Physoclistes	

Les nombreuses espèces de Bernissart comprennent des représentants de plusieurs de ces groupes et montrent notamment le passage des Ganoïdes aux Physostomes, dont les Harengs constituent aujourd'hui le type le plus archaïque.

B. Salles du premier étage. — Dans les salles du premier étage sont accumulées des richesses zoologiques et paléozoologiques non moins remarquables que les Iguanodons. Voici les principales :

Crétacé supérieur *(Maëstrichtien)*. — **Mosasauriens.** - Les Mosasauriens sont des Reptiles pélasgiques qui ont été et sont encore, de la part de M. Dollo, l'objet de savantes et intéressantes études. Ces animaux habitaient la haute mer, car leurs membres sont relativement très petits, et transformés en nageoires ; leurs doigts, au nombre de cinq, sont très écartés et comprennent de

nombreuses phalanges ajoutées bout à bout sans articulation. Or l'atrophie des membres, l'hyperphalangie des doigts et la disparition des formations unguéales sont les caractères de l'adaptation à la vie pélagique chez les Vertébrés pulmonés.

Les Mosasauriens ont un omoplate, une interclavicule et un coracoïde à la ceinture scapulaire ; l'existence de la clavicule est encore douteuse. On a cru longtemps qu'ils n'avaient pas de sternum, ce qui les rapprochait des Ophidiens, mais en réalité ils ont un sternum délicat. Leur sclérotique est ossifié, comme celle des Ichtyosauriens.

Les Mosasauriens ressemblaient à des sortes de grands serpents pélasgiques munis de nageoires ; mais pour l'organisation ils se rapprochent, en somme, davantage des Lacertiens que des Ophidiens ; on doit, avec M. Dollo, les considérer comme des Lézards adaptés à la vie aquatique : ils sont aux Sauriens ce que les Baleines sont aux mammifères terrestres. La Nouvelle-Zélande serait, d'après M. Dollo, le centre de dispersion de ce groupe, car c'est là où l'on commence à les trouver (dans le Cénomanien).

On admire à Bruxelles :

Hainosaurus Bernardi, de la craie phosphatée sénonienne de Mesvin-Ciply (Hainaut), long de 17 mètres (la tête seule a 1m70).

Mosasaurus Lemonnieri, du Maëstrichtien, qui atteint 7 mètres de longueur, dont 1m20 pour le crâne. Le *Mosasaurus* à 133 vertèbres procœliques : les cervicales ont des hypopaphyses bien développées, les dorsales ont de longues apophyses épineuses, les caudales présentent des arcs inférieurs (hémapophyses). Les côtes disparaissent vers le milieu du tronc. Le crâne ressemble à celui des lézards, il possède des dents ptérygoïdiennes et un anneau sclérotical. Les dents sont longues et pointues, et disposées en rangée.

Mosasaurus giganteus (C'est le Mosasaure classique de Cuvier). Portion de squelette qui montre une ancienne fracture de la mâchoire inférieure avec soudure consécutive. Ces animaux se livraient donc, entre eux ou contre leurs ennemis, à des combats furieux.

Chéloniens. — *Chelone Hofmanni* tortue marine gigantesque remarquable par la régression des plaques costales de la carapace.

Poissons. — *Protosphyrena ferox*. Physostome très voisin des Ganoïdes.

Eocène inférieur. — **Chéloniens**. — *Euclastes Gosseleti*, grande tortue marine littorale qui se nourrissait de mollusques et notamment d'huîtres.

Rhynchocéphaliens. — *Champsosaurus Lemoinei*, reptile fluviatile à museau très allongé comme chez le Gavial actuel.

Oiseaux. — *Gastornis*. — Portion inférieure du fémur de ce gigantesque oiseau aptère.

Oligocène moyen. — *Psephophorus rupeliensis*, Tortue marine de grande taille, voisine de Sphargis.

Miocène. — **Siréniens**. — *Miosiren Kocki*, c'est l'ancêtre du Dugong actuel. Les côtes sont énormes et tellement larges qu'elles se touchent par leurs bords. Avec une pareille cage thoracique, l'animal ne pouvait exécuter ses mouvements respiratoires qu'en se servant de son diaphragme. Le sternum est très petit.

Cétacés. — *Scaldicetus*. Sorte de Cachalot qui possédait des dents supérieures fonctionnelles.

Pléistocène. — **Mammifères**. — *Elephas primigenius* (Mammouth) de Lierre. Squelette d'un individu mâle non adulte. Le Mammouth est le plus évolué des Éléphants, car ses dents sont divisées en très nombreuses

lamelles transversales. Il s'est éteint sans laisser de descendance. Le Muséum de Bruxelles possède aussi un fragment de peau de Mammouth ; cette peau, malgré son état de dessication, est épaisse de plus de dix millimètres et encore recouverte de ses longs poils rougeâtres.

Ovibos moschatus. — Spécimen monté. C'est le bœuf musqué, qui descendait à cette époque jusqu'au Pyrénées, et qui est actuellement relégué dans l'Extrême-Nord Américain.

Megaceros hibernicus. C'est le grand Cerf des tombières, remarquable par le développement extraordinaire de ses bois ; les vertèbres cervicales qui avaient à supporter un pareil poids, sont énormes et donnaient insertion au grand ligament dorso-cervical.

Journée du 13 Août

Visite aux Mines de Lens

Le terrain houiller de Lens fait partie du grand bassin franco-belge qui, par le Boulonnais, se relie aux gisements d'Angleterre.

Or, on sait que le houiller franco-belge comprend, selon la qualité de la houille, quatre zones qui sont, de la base au sommet : 1° zone des charbons maigres ; 2° zone des charbons demi-gras ; 3° zone des charbons gras ; 4° zone des charbons très-gras ou flénus, ou charbons à gaz. Ces quatre zones, quoique caractérisées chacune par une flore spéciale, appartiennent cependant à la même phase de végétation, celle des Sigillaires. Dans le bassin franco-belge, il n'y a pas de Stéphanien (Houiller supérieur) ni de Permien dûment constatés.

Les couches houillères, marines à la base, saumâtres et d'eau douce au sommet, sont disloquées, fracturées

en tous sens par des failles et des crans de retour, plissées en zig-zag, renversées même en plusieurs points.

En général, dans le houiller du Pas-de-Calais, auquel appartiennent les mines de Lens, les couches sont cependant en plateures et d'allure assez régulière ; l'ensemble plonge vers le midi. Lorsque l'on approche de la lisière sud, les couches sont néanmoins très brouillées et même renversées. La zone des charbons maigres et celle des charbons gras sont à peine représentées dans le Pas-de-Calais. Le terrain houiller est recouvert, dans cette région, par un manteau, épais de 100 à 150 mètres, de couches tertiaires et crétacées dont l'ensemble porte communément le nom de morts terrains. Pour arriver à la houille il faut, en effet, traverser d'abord le tertiaire, la craie, puis les argiles ou « dièves » turoniennes qui arrêtent les eaux et empêchent leur infiltration jusqu'aux galeries des mines et, enfin, le calcaire vert ou « tourtia » cénomanien.

La Société des Mines de Lens est propriétaire des concessions de Lens et de Douvrin (Pas-de-Calais). Ces concessions couvrent une superficie de 6,939 hectares ; il y a 12 puits d'extraction pour 56 couches exploitables. En 1894, la production de la houille a atteint 2.290.076 tonnes.

A Douvrin et à Vendin, la houille du bas est demi-grasse, celle des veines supérieures est presque grasse. Les végétaux les plus communs sont : *Pecopteris dentata, Lonchopteris rugosa, Lepidodendron aculeatum, Alethopteris Davreuxi, Sphenopteris trifoliata, Sigillaria scutella, elongata et rugosa, etc.*

A Lens (et aux environs, Bully-Grenay, Courrières, Liévin, etc.), on trouve alors les charbons de la zone supérieure, très gras ; ce sont les charbons à gaz, analogues aux flénus belges et contenant jusqu'à 37 et 40 °/₀ de matières volatiles et parfois davantage. Les

espèces que l'on y rencontre le plus souvent sont : *Sphenopteris obtusiloba* et *nevropteroïdes*, *Pecopteris abbreviata*, *Alethopteris Serli*, *Nevropteris rarinervis*, *Dictyopteris sub-Brongniarti*, *Asterophyllites equisetiformis*, *Sigillaria lœvigata*, *tessellata* et *camptotœnia*, *Cordaïtes borassifolius*, *etc.* Avec quelques formes Stéphaniennes : *Sphenopteris chœrophylloïdes*, *Pecopteris integra*, *Alethopteris Grandini*, *Calamites cruciatus*, *Annularia stellata* et *sphenophylloïdes*, qui n'existent pas plus bas.

A Lens, la base du terrain houiller est formée par un schiste compact à *Spirifer*, *Productus et Orthis ;* au-dessus se trouvent alors les couches de l'époque dite houillère, dont le caractère saumâtre et d'eau douce, est dû à un mouvement progressif d'émersion.

Nous descendons par la fosse n° 4, profonde de 225 mètres ; puis, par un plan incliné, à 75 mètres plus bas ; nous remontons par la fosse n° 5. Les galeries qui relient les fosses entre-elles sont appelées bowettes. La houille ne se trouve qu'en couches minces, depuis 0m10 et 0m20 jusqu'à 2 mètres de puissance. Les principales veines exploitées dans les fosses nos 4 et 5 sont les veines Émilie, Alfred, du Souich, Marie, etc. Ces veines subissent de nombreux rejets. Dans ces rejets et ces failles, la composition lithologique du terrain guide les Ingénieurs pour retrouver la veine perdue. En effet, chaque couche de charbon est ordinairement intercalée entre deux bancs schisteux : le banc supérieur appelé toit ou roc, est feuilleté, micacé, rempli d'empreintes, mais souvent aussi il est gréseux et compact ; le banc inférieur ou mur à une cassure irrégulière et est très traversé en tous sens par des Stigmaria. Les grès peuvent former le toit, mais jamais le mur des veines. Les schistes présentent souvent des surfaces de glissement polies, brillantes, appelées miroirs, et lorsqu'ils ont été plissés ou qu'ils ont glissés

les uns sur les autres ils sont parfois recouverts d'efflorescences de Pholérite, substance blanche et douce au toucher.

Nous avons pu observer, dans la fosse n° 4, un tronc de Sigillaria en position verticale et muni de ses Stigmaria.

Les méthodes d'exploitation de la houille varient suivant l'épaisseur des veines ; pour une veine épaisse, on creuse des galeries à hauteur d'homme et on emploie des cartouches de poudre spéciale ou même de dynamite ; pour une veine mince, les mineurs travaillent couchés sur le dos ou à genoux, en suivant le plan de la veine. Le charbon ainsi abattu est chargé sur des wagonnets, puis montés à la surface du sol où l'on procède au triage, au lavage et à l'expédition.

Nous avons parcouru les galeries et nous avons même suivi en rampant une veine en voie d'exploitation.

M. Remaux, ingénieur en chef des mines de Lens, a, le premier en France, appliqué et perfectionné un procédé étranger destiné à parer aux dangers d'inondation dans le fonçage des puits. Ce procédé consiste à congeler les parois du puits au niveau des nappes aquifères qui reposent sur les dièves ; ceci fait, on peut sans danger garnir ces parois d'une maçonnerie étanche et poursuivre le forage à l'abri des inondations.

La visite des mines s'est terminée par un dîner offert à M. Gosselet et aux membres de l'excursion par la Compagnie des mines de Lens. Au champagne, M. Remaux, se faisant l'interprête de tous les convives, porte un toast « chaleureux au savant et infatigable M. Gosselet à qui nous devons dit-il, la connaissance de la constitution géologique du sol si riche et du sous-sol plus riche encore de nos régions du Nord. »

A Lens, l'excursion se disloque et chacun part de son côté, heureux des enseignements qu'il y a puisés.

Excursion dans le **Bassin de Paris**

sous la direction de M. le Professeur Gosselet.

6-12 Avril 1896

COMPTE-RENDU

par M. Leriche

Elève de la Faculté des Sciences de Lille

Journée du 6 Avril 1896

L'excursion du bassin de Paris qui vient à l'appui des cours professés par M. Gosselet nous réunit de bonne heure à la gare de Lille d'où nous partons bientôt pour nous rendre à Laon.

A peine sortis de la gare, nous voyons apparaître la craie. Tandis qu'elle affleure au champ de manœuvres, elle se recouvre à Ronchin d'une épaisse couche de limon et ne devient plus visible que dans les tranchées. Nous la suivons ainsi jusqu'à Seclin, où elle disparaît sous les assises tertiaires.

Aux abords de Montigny, nous entrevoyons par les fenêtres du wagon les immenses carrières de sables landéniens.

Entre Somain et Lourches, la craie réapparaît, nous la suivons alors sans interruption ; recouverte d'une pellicule de limon, elle constitue les collines du Cambrésis et du Vermandois.

Au-dessus de La Fère, à proximité de Versigny, un brusque changement se produit dans la configuration du sol : sur une immense plaine crétacée s'élèvent çà et là de hautes buttes tertiaires et boisées. Une de ces buttes se

distingue bientôt par les nombreuses habitations qui la couronnent, c'est la montagne de Laon.

Il est onze heures lorsqu'enfin nous entrons en gare de Laon, nous y sommes recueillis par M. Gosselet, qui nous a devancé.

Après avoir pris un peu de repos, nous gagnons la ligne du chemin de fer près de laquelle une carrière anciennement exploitée nous permet de constater la présence de la craie à *Belemnitella quadrata*. Sur cette craie repose une argile dont la partie supérieure tend à passer aux sables verts ; elle représente le tuffeau. Cette assise est ici dépourvue de fossiles, mais à La Fère où elle revêt le faciès flamand, elle devient très fossilifère. Le limon recouvre le tuffeau ; sa coupe n'est pas assez nette pour que nous puissions en reconnaître les divisions.

En gravissant la montagne de Laon, nous trouvons dans une carrière située au faubourg de Vaulx un sable gris blanchâtre à stratification entrecroisée. Ce sable superposé au tuffeau est celui de Châlons-sur-Vesle ; c'est aussi celui d'Ostricourt revêtu du faciès cambrésien.

L'argile à lignites fait complètement défaut ; cette lacune s'étend aux collines environnantes qui délimitaient le rivage de la mer sparnacienne. Dans une carrière récemment ouverte près de la première, nous trouvons cependant un mince filet d'argile noire qui est peut-être un vestige de la mer sparnacienne.

Les sables de Cuise ou de Mons-en-Pévèle apparaissent avec un développement considérable ; ils mesurent environ trente mètres d'épaisseur.

Ce sont comme toujours, des sables doux au toucher renfermant avec d'innombrables *Nummulites planulata* de nombreux débris de coquilles. A la partie supérieure ils renferment des nodules de grès vert arrondis, que les ouvriers désignent sous le nom de têtes de chat.

Les sables de Cuise sont recouverts par de l'argile panisélienne, dont l'affleurement est invisible, mais dont la présence est décelée par un abreuvoir situé au pied de la porte d'Ardon. C'est à cette argile, qui, par suite de son imperméabilité, provoque la formation d'un niveau aquifère, que la ville de Laon doit son existence.

Le soubassement de la porte d'Ardon repose sur le calcaire à *Nummulites lævigata ;* nous ne nous attardons pas à examiner ce calcaire, nous aurons l'occasion de l'étudier dans de meilleures conditions.

Par la porte d'Ardon, nous pénétrons dans la ville ; nous en ressortons quelques instants après par la porte de Paris, où de récents travaux mettent à jour le calcaire grossier. A la partie supérieure des tranchées, nous distinguons un calcaire à *Ditrupa strangulata.* Il repose sur un autre calcaire d'un mètre cinquante d'épaisseur. L'abondance de *Nummulites lævigata* a fait donner à ce calcaire le nom de pierre à liards. La partie supérieure de cette assise contient de nombreux débris de coquilles ; elle est connue sous le nom de banc St-Jacques.

Sous le calcaire à *Nummulites lævigata*, apparaît un grès glauconieux et un sable à *Pygorynchus* également glauconieux. Ce sable que les ouvriers ont désigné sous le nom de pain de prussien, correspond aux sables à *Rostellaria ampla* de Cassel ; il constitue la base du calcaire grossier.

La présence de l'argile panisélienne sous l'assise à *Pygorynchus* ne fait aucun doute ; elle est décélée par une source qui s'échappe du flanc de la colline. D'autre part ; on trouve à proximité de la Porte de Paris une tour penchée, dont l'inclinaison ne peut s'expliquer que par un glissement de couches sableuses sur l'argile.

En suivant la route qui mène au faubourg de Semilly, nous retombons sur les sables de Cuise qui renferment

des bancs calcaires, durs et cohérents. Dans ces sables qui s'élèvent en falaise au bord de la route, sont creusées des cavernes encore habitées et connues sous le nom de Creutes. Les sables de Cuise et les calcaires qui leur sont annexés nous fournissent :

Turitella edita
Turitella hybrida.
Nerita Schmideliana.

Revenant sur nos pas, nous regagnons la porte de Paris, pour nous diriger ensuite sur Molinchart. A l'entrée du village, nous constatons la présence de la craie à *Belemnitella quadrata.* Cette craie ne tarde pas à disparaître sous les sables verts landéniens que surmontent au moulin de Molinchart des grès blancs mamelonnés riches en débris végétaux. Aux grandes carrières de Molinchart où ces grès sont activement exploités pour le pavement des rues de Laon, nous relevons une coupe assez intéressante. Sur un sable vert et glauconieux qui est landénien repose un banc de grès épais et continu. Ce dernier supporte d'énormes blocs de grès disposés irrégulièrement et empâtés par un limon ocreux.

Les grès landéniens sont surmontés aux Bruyères de la Comtesse par d'autres grès à *Cyrena cuneiformis.*

A quelque distance du village de Molinchart, se dresse au milieu de la plaine un monticule bizarrement découpé, le rocher de Gargantua. C'est un amoncellement d'énormes grès landéniens très durs et complètement dénudés, produit par l'enlèvement des sables qui les contenaient.

Journée du 7 Avril

En attendant notre départ pour Chailvet ; nous allons, à proximité de la gare de Laon, dans un trou ouvert pour

établir les fondations d'une maison, constater la présence des sables verts de l'assise à *Cyprina planata.*

Partis de Laon par le premier train, nous arrivons à Chailvet quelques minutes après notre départ.

Sur une grande partie du trajet de Chailvet à Urcel nous trouvons les sables blancs landéniens.

Après avoir traversé la place d'Urcel où affleureut quelques grès à *Cyrena cuneiformis,* nous gravissons la côte sur le flanc de laquelle s'élève l'antique église d'Urcel.

Cette côte se présente avec la composition suivante de bas en haut :

1.	Grès et sables sur lesquels s'élève l'église.	
2.	Sables à *Nummulites planulata*	30m
3.	Argile paniselienne dont la présence est attestée par une source	6 à 8m
4.	Calcaire compacte et peu fossilifère à *Pygorhynchus*	3 à 4m
5.	Calcaire à *Nummulites lœvigata* et banc St-Jacques	2m
6.	Calcaire à *Ditrupa strangulata.*	
7.	Calcaire à Miliolites, *Cerithium giganteum Lucina maxima* et *Orbitolites complanata ;* il correspond aux sables à *Nummulites variolaria* de Cassel ; son épaisseur est d'environ trois mètres.	

Les sables de Beauchamps qui jadis couronnaient uniformément la côte d'Urcel, n'ont persisté que dans les anfractuosités du calcaire à Miliolites, où ils constituent des poches de sables ferrugineux. Les galets quartzeux qu'ils contenaient ont seuls résisté aux courants qui entraînaient les parties meubles ; on les rencontre en grand nombre au sommet de la côte d'Urcel.

Descendus par le flanc N. de la colline, nous trouvons ouvertes au pied de celle-ci, les cendrières d'Urcel, où nous relevons la coupe suivante de bas en haut :

1.	Argile verte ligniteuse formant le fond de la carrière (1)	
2.	Lignites	0m10
3.	Falun de coquilles pilées	0m50
4.	Argile noire ligniteuse	1m
5.	Argile très ligniteuse	0m10
6.	Argile ligniteuse	0m30
7.	Argile sableuse noire à Cyrènes	1m
8.	Argile à *Cyrena cuneiformis*	1m
9.	Lignites	1m
10.	Sables très coquillers	0m60
11.	Sables jaunes	2m
12.	Grès	0m60

Ces derniers exploités aux grandes carrières d'Urcel sont surmontés par une puissante assise de sable ferrugineux dépourvu de fossiles. Cette formation qui a quinze mètres d'épaisseur est absolument locale ; elle ne se rencontre qu'à Urcel où elle est intercalée entre l'argile à lignites et les sables à *Nummulites planulata.*

A la fabrique d'alun de Challevois, nous sommes reçus très aimablement par M. Fischer, propriétaire de l'usine et par son ingénieur. Ils nous offrent des rafraîchissements, puis nous guident dans leur exploitation. Elle nous donne une nouvelle coupe de l'argile à lignites :

1.	Argile vert foncé formant le fond de la carrière.	
2.	Cendres très combustibles	0m10
3.	Argile	0m40
4.	Argile noire	0m80
5.	Lignites	0m10
6.	Faluns blancs	1m
7.	Argile sableuse	0m20
8.	Sables constituant la base des sables d'Urcel	1m
9.	Limon.	

(1) Cette coupe n'est pas complète. Sous l'argile verte qui faisait le fond de la carrière lorsque nous la visitâmes, se trouve la cendre ligniteuse exploitée ; elle constitue une couche de 2 mètres divisée par trois petits bancs d'argile.

En suivant les faluns n° 6 sur une certaine distance nous voyons leur partie inférieure, puis l'assise tout entière passer insensiblement au vert ; en même temps nous les voyons devenir argileux. Cette différence de coloration qui marche de pair avec cette diversité de constitution est le résultat d'une action chimique exercée par les eaux pluviales. Les faluns étaient jadis de nature argileuse ; ils présentaient une coloration verdâtre, uniforme qui leur était communiquée par les sels ferrugineux qu'ils contenaient. En certains points, ils ont été atteints par les eaux de ruissellement qui, à l'aide de leur oxygène en dissolution, ont transformé le sulfure de fer en sulfate, puis en sulfate de sesquioxyde. Ce dernier, réagissant sur le silicate d'alumine a donné du sulfate d'alumine et du sous-sulfate de sesquioxyde de fer qui, solubles, ont été entraînés. La roche, perdant alors, l'alumine qui lui donnait un caractère argileux et les sels qui lui donnaient sa coloration, est devenue le falun blanc que nous trouvons aujourd'hui.

Au voisinage des cendrières de Chailvet, nous rencontrons quelques exploitations de grès à *Cyrena cuneiformis*. L'argile à lignites qui est inférieure à ces grès, était jadis exploitée dans des galeries souterraines.

Arrivés à la gare de Chailvet-Urcel, nous utilisons les quelques minutes qui nous restent à étudier les petites buttes qui se dressent le long de la route. Nous les trouvons formées par des sables blancs landéniens dont la stratification entrecroisée est l'indice d'un dépôt effectué sous l'action de courants rapides. Ils renferment de très nombreux galets ; on peut les considérer comme des dunes qui délimitaient le rivage pendant la période sparnacienne.

Rentrés à Laon, nous en repartons bientôt par la route de Reims.

Aux abords de Festieux, près de la ferme de la Plaine, nous retrouvons les sables landéniens ; leur stratification est entrecroisée ; ils renferment de nombreuses traînées ferrugineuses disposées suivant les strates.

A l'entrée du village, un abreuvoir nous signale la présence de l'argile à lignites.

Sur le versant N. de la colline qui s'élève au-délà de Festieux, nous rencontrons les sables à *Nummulites planulata*. D'autres sables ferrugineux, dépourvus de fossiles et représentant peut-être l'assise à *Pygorynchus*, les surmontent. Au-dessus, viennent successivement la pierre à liards, l'assise à *Ditrupa strangulata* et le calcaire à *Cerithium giganteum*.

L'escarpement qui, à la Maison Rouge, borde la route de Laon à Reims est des plus intéressants. Il montre avec une netteté remarquable la superposition de plusieurs assises yprésiennes et parisiennes. Nous y relevons la coupe suivante :

1. Sable de Cuise à *Turitella edita*, *Turitella hybrida*, *Nerita Schmideliana*.
2. Calcaires grossiers paniséliens colorés en vert par de la glauconie.
3. Argile panisélienne.
4. Calcaire friable et glauconieux à *Pygorhynchus* ; il renferme de nombreux grains de quartz.
5. Assise à *Nummulites lœvigata* représentée par deux bancs de calcaire compacte (b_1 et b_3) séparés par un banc de calcaire sableux (b_2). La partie supérieure de b_3 renferme de très grandes huitres ; elle constitue le banc St-Jacques.
6. Calcaire grossier à *Ditrupa strangulata*.
7. Calcaire à *Miliolites*, *Ostrea flabellula*, *Lucina maxima*, et *Orbitolites complanata*.

Au bois de Fussigny, près de Courtrizy, d'anciennes carrières complètement abandonnées, nous permettent de compléter la coupe. Nous y trouvons un calcaire dont le dépôt s'est peut-être effectué dans des eaux saumâtres ;

il renferme d'innombrables cérithes *(Cérithium cristatum C. denticulatum)* qui lui ont valu le nom de calcaire à Cérithes. Cette formation que nous voyons pour la première fois se rapporte par l'âge à l'assise à *Pecten corneus* de Cassel. Elle est surmontée par l'argile de St-Gobain qui a son représentant à Cassel dans l'argile de la Gendarmerie.

Il est curieux de rencontrer à la partie supérieure de cette argile de nombreux galets de quartz qui ne peuvent provenir que du plateau de l'Ardenne ; leur transport s'est effectué au moment où se déposaient les sables bartoniens de Beauchamps.

Dans les carrières de Montchâlons situées à l'Ouest du bois de Fussigny, nous retrouvons le calcaire à Cérithes qui est suffisamment compact pour être employé comme pierre de construction ; sa faune montre qu'il s'est déposé dans des eaux saumâtres. Il est surmonté par des marnes blanches sur lesquelles reposent l'argile de St-Gobain et les galets de quartz. Très souvent, ces galets sont isolés ; les sables bartoniens dans lesquels ils étaient contenus ont été entraînés par les eaux de ruissellement. L'action de ces eaux ne s'étant que faiblement exercée sur les hauteurs, nous pouvons nous attendre à y rencontrer les sables. Les faits répondent à notre attente : sur la côte 216 qui s'élève entre Montchâlons et Veslud, nous trouvons en effet une épaisse couche sableuse dans laquelle sont disséminés de nombreux galets quartzeux.

En descendant vers le moulin de Montchâlons, nous traversons un affleurement de calcaire à Cérithes, où, par suite de la décomposition des parties superficielles, de nombreux fossiles se prouvent mis en liberté. Nous y recueillons :

Cerithium cristatum
Cerithium denticulatum
Natica parisiensis

Plus bas, dans le vallon qui nous sépare de la côte 198 le calcaire à Miliolites, apparaît sous le calcaire à Cérithes. Nous gravissons rapidement cette côte et bientôt nous atteignons le moulin de Montchâlons, où le calcaire à Cérithes est recouvert par un banc de calcaire verdâtre analogue au banc vert, dont la faune accuse un dépôt d'eau douce.

L'argile de Saint-Gobain succède au banc vert. Si nous suivions cette argile vers le centre du bassin de Paris, nous la verrions se charger de cristaux de gypse, de fluorine et passer insensiblement à la marne, puis au calcaire marneux. C'est avec ce dernier faciès que nous la rencontrerons aux environs de Paris, où elle est désignée sous le nom de caillasse.

La nuit qui tombe vient suspendre nos observations ; par Orgeval, Chéret et Bruyères, nous regagnons Laon.

Journée du 8 avril

D'assez bonne heure nous quittons Laon pour nous rendre à Paris où nous arrivons vers dix heures.

Après le déjeuner, nous nous remettons en route. En l'absence de M. Gosselet, qu'une réunion du Congrès des Sociétés savantes retient à Paris, M. Cayeux dirige l'excursion.

Près de la porte de Versailles, nous nous trouvons en présence d'une importante exploitation d'argiles sparnaciennes directement recouvertes par le calcaire grossier. Ces argiles qui renferment des cristaux de gypse sont complètement dépourvues de fossiles ; elles présentent la composition suivante de bas en haut :

1.	Argile bariolée	6m
2.	Glaises	0m80
3.	Sables lignisifères.	1m
4.	Fausses glaises.	1m

On a observé à la partie inférieure de l'argile plastique des environs de Paris (Meudon), un conglomérat ossifère dans lequel on a trouvé des débris de *Gastornis* et de *Coryphodon*.

Les sables de Cuise, de même que les argiles et les sables paniséliens, font complètement défaut. Le calcaire grossier repose donc directement sur l'argile plastique. La mer Yprésienne ne s'est pas avancée jusqu'à Paris.

Dans ses assises les plus inférieures, le calcaire parisien se charge de glauconie. A mesure que l'on s'élève, celle-ci diminue ; elle disparaît presque complètement dans les assises les plus supérieures.

Le calcaire grossier de la carrière de Vaugirard nous présente la succession suivante de bas en haut :

1. Sables glauconieux à *Nummulites lævigata* renfermant des galets et des dents de *Lamna elegans* . 0m50
2. Calcaire glauconieux à *Cardium porrulosum* et *Cardita planicosta*.
3. Calcaire à *Cerithium giganteum* avec Oursins du genre *Pygorhynchus* 3m
4. Calcaire à Miliolites et à *Orbitolites complatana* . . 4m
5. Calcaire d'eau douce à *Cerithium lapidum* constituant un banc peu épais mais très constant dans tout le bassin de Paris, où il est désigné sous le nom de banc vert.
6. Calcaire à Cérithes.

L'horizon des caillasses fait défaut dans cette carrière.

Par la grande route qui traverse Issy, nous atteignons aux Moulineaux l'anticlinal crétacé de Meudon. Nous y trouvons la succession complète des assises companiennes et daniennes auxquelles se superposent quelques assises tertiaires.

Toutes ces différentes assises se présentent dans l'ordre suivant :

1. Craie blanche dite de Meudon renfermant de nombreux cordons réguliers de silex cornus ; elle est caractérisée par *Belemnites mucronatus, Ostrea vesicularis, Echinocorys vulgaris* et *Micraster Brongniarti* ; son épaisseur est d'environ. . . . 10^{m}
2. Craie à *Magas pumilus*. . . . . 3^{m}
3. Craie jaune dure et tubulaire présentant à sa partie supérieure de nombreuses perforations de racines qui attestent la présence d'un ancien sol végétal $0^{m}80$
4. Calcaire danien pisolithique . . . . $1^{m}50$
5. Marnes improprement qualifiées de strontianifères renfermant des fossiles (*Paludina aspersa* entr'autres) que l'on retrouve dans le calcaire d'eau douce de Rilly . . . . 6^{m}
6. Conglomérat ossifère invisible ; il a fourni des débris de *Gastornis* et de *Coryphodon* ; son épaisseur est évaluée à . . . . 1^{m}
7. Argile plastique . . . . $2^{m}50$
8. Calcaire grossier

C'est le bombement de Meudon qui a déterminé la grande réduction d'épaisseur de l'argile plastique en ce point.

De Meudon, nous gagnons Gentilly par la ligne de Versailles et la ligne de ceinture. A l'entrée du bourg, nous nous trouvons en présence de vastes exploitations de calcaire grossier.

Le calcaire grossier supérieur, très incomplet dans les carrières de Vaugirard, atteint ici dix mètres d'épaisseur. Il est constitué par un calcaire se divisant facilement en plaquettes, et par des marnes ; il est désigné sous le nom de caillasses. Les quelques rares fossiles qui ont été signalés dans cette formation se retrouvent dans le calcaire à Cérithes.

Sous les plateaux, les caillasses renferment du gypse ; sur le flanc des vallées, elles en sont complètement dépourvues, ce gypse ayant été dissout et entraîné par les

eaux météoriques mais on y observe de la *fluorine*, des pseudomorphes de gypse en *quarz, quarzine*, etc.

Au-dessus des caillasses apparaissent successivement :

Les sables de Beauchamps réduits à quelques mètres d'épaisseur ; puis les calcaires et les marnes feuilletées de St-Ouen.

Les talus qui bordent la route d'Arcueil à Villejuif, recouverts par le limon et envahis par un épais gazon, ne nous permettent d'abord pas de reconnaître la nature du sous-sol. Le gypse, peu épais en ce point, n'est pas visible. Le premier affleurement qui se présente est une marne verte avec laquelle commence l'Oligocène.

La succession suivante s'observe en montant vers Villejuif :

1. Un calcaire dur, d'eau douce, siliceux, parfois transformé en meulière ; c'est le calcaire de Brie.
2. Une marne à Huîtres (*Ostrea cyathula, O. longirostris*)
3. Les sables ferrugineux de Fontainebleau que recouvre le limon.

En descendant de Villejuif sur Paris, nous revoyons, mais dans un ordre inverse du précédent, la succession des couches oligocènes.

Les travaux exécutés pour l'installation des réservoirs de Villejuif, nous permettent de combler la lacune qui existe dans notre coupe entre les marnes vertes inférieures au calcaire de Brie et les marnes de St-Ouen. Les premières désignées sous le nom de marnes supra-gypseuses nous offrent la succession suivante :

1. Marnes vertes avec intercalation de calcaire oolithique, l'ensemble a quelques mètres d'épaisseur.
2. Marnes blanches à Lymnées 0m40
3. Marnes bleues. 4m

Sous les marnes bleues apparaît le gypse dans lequel on a distingué quatre masses ; seules les deux masses supérieures existent à Villejuif.



La première masse est formée par du gypse succharoïde ; la seconde séparée de la précédente par un banc de marne à silex ménilite est constituée par une agglomération de grands cristaux disposés perpendiculairement aux strates. C'est gypse dit « pied d'alouette ». La masse supérieure est communément désignée sous le nom de hauts-piliers.

Nous clôturons notre course par une visite à la grande carrière de la porte d'Italie. Au fond de l'exploitation, nous trouvons reposant sur le calcaire à Miliolites le banc vert à *Cerithium lapidum.* Les couches supérieures exploitées sont formées par un calcaire compact à Cérithes, dont l'un des bancs renferme des empreintes végétales.

Le sommet de la carrière montre un grand développement de diluvium formé de silex, d'éléments empruntés aux dépôts tertiaires des environs de Paris, d'énormes blocs de grès et de rares galets de *granit.*

Journée du 9 Avril

Descendus à la gare d'Argenteuil, nous gagnons la Seine pour la remonter ensuite jusqu'aux Plâtrières.

En pénétrant dans les exploitations, nous trouvons les marnes de Saint-Ouen dont la partie supérieure renferme quelques bancs de calcaire siliceux. Au-dessus des marnes, nous relevons successivement : une argile à plâtre dans laquelle on a trouvé des fossiles marins ; le gypse ; les marnes supra-gypsifères. Toutes ces couches plongent faiblement vers Paris.

L'ascension de la côte d'Orgemont nous permet de reconnaître des formations plus récentes, ce sont : les sables de Fontainebleau et la meulière de Beauce que caractérisent de nombreuses graines de Chara.

Les plâtrières ouvertes sur le versant O de la butte d'Orgemont, nous donnent une coupe détaillée des

terrains oligocènes. En descendant, nous relevons les assises suivantes :

1.	Diluvium gris.	
2.	Sables de Fontainebleau.	
3.	Marnes à huîtres	1^m
4.	Marnes bleues	1^m
5.	Calcaire marneux avec petits ossements	0^m30
6.	Argile feuilletée	0^m40
7.	Calcaire siliceux de Brie	0^m20
8.	Argile sableuse blanchâtre	4^m
9.	Marne verte avec bancs de calcaire siliceux	1^m
10.	Marne blanche avec grandes Cythérées	1^m20
11.	Marne verte avec bancs de calcaires siliceux	1^m
12.	Gypse saccharoïde et argile	0^m80
13.	Marnes vertes	0^m70
14.	Marnes blanches	0^m50
15.	Argile vert-blanchâtre	4^m
16.	Marnes jaunes très feuilletées avec petits lits gypsifères. Elles renferment des Cythérées, des Cypris et un fossile qui leur est propre *Portunus Héricarti*; leur épaisseur est de	1^m50
17.	Gypse feuilletée	1^m
18.	Calcaire argileux et blanchâtre à Lymnées ; il devient très marneux à la base	3^m
19.	Marne verte	1^m
20.	Argile très feuilletée	0^m80
21.	Marne bleue très argileuse	1^m
22.	Marne blanche feuilletée avec gypse saccharoïde	0^m50
23.	Argile bleue	1^m
24.	Gypse saccharoïde	0^m40
25.	Argile feuilletée bleu-verdâtre	1^m
26.	Gypse saccharoïde	0^m40
27.	Marnes bleues	4^m
28.	Marnes blanches feuilletées	2^m
29.	Gypse saccharoïde (1re masse)	20^m
30.	Marnes avec silex mesnilite	3^m
31.	Gypse pied d'alouette (2e masse).	

La troisième masse qui était jadis visible dans les carrières d'Argenteuil est séparée de la seconde par des marnes riches en fossiles marins.

Journée du 10 Avril

Le transport de nos bagages retarde notre départ et ce n'est que vers 9 heures que nous quittons Paris. Une heure après notre départ, nous descendons à Auvers et nous nous acheminons vers Hérouville.

A la ravine des Vallées, nous constatons la présence du calcaire à *Nummulites lœvigata*. Plus loin, au bois « le Roi » apparaisssent les sables blancs de Beauchamps dont la base renferme d'énormes bancs de grès. Ces sables sont très fossilifères; *Nummulites variolaria* y pullulent : *Cerithium cristatum, denticulatum, echinoïdes, tuberculoïdes, mutabile; Natica parisiensis; Dentalium grande; Voluta musicalis; Cardita planicosta; Corbis lamellosa; Cardium porrulosum, obliqum* s'y rencontrent en très grand nombre.

Disséminés dans les sables, nous trouvons encore de nombreux galets siliceux et calcaires dont la surface présente des perforations de mollusques lithophages; ils indiquent la proximité d'un rivage et peut-être d'une falaise à laquelle ils étaient arrachés.

Les sables supérieurs aux grès présentent sur 2^m d'épaisseur une stratification inclinée, ce qui, avec la présence de nombreux galets, de cailloux et de fossiles en grande partie brisés et roulés indique qu'ils se sont déposés sous l'influence de courants puissants.

Les sables qui sont au-dessus sont à stratification horizontale et leurs fossiles sont beaucoup mieux conservés ; ils se sont déposés dans des eaux plus tranquilles.

Après avoir fait une ample provision de fossiles, nous rentrons à Auvers.

Le soir, nous franchissons l'Oise et aux carrières de Méry nous retrouvons le calcaire grossier qui nous donne la coupe suivante :

1.	Calcaire compacte à Miliolites	7m
2.	Calcaire feuilleté à Miliolites.	2m
3.	Calcaire compacte à Miliolites	0m60
4.	Calcaire verdâtre dont les bancs peu épais sont traversés par de nombreuses petites perforations . .	1m

Dans l'espoir de compléter cette coupe nous nous dirigeons vers la Bonne Ville; malheureusement les carrières sont comblées et le limon, recouvrant les talus des routes, cache tout affleurement.

A la gare de Méry, apparaissent les sables de Beauchamps que surmontent plus loin les marnes de Saint-Ouen.

Le gypse est exploité dans les carrières ouvertes près des réservoirs ; la première masse est seule visible. Ces carrières offrent une coupe très nette de l'Oligocène qui est représenté par les assises suivantes :

1.	Marnes blanches reposant sur le gypse de la première masse	5m
2.	Argile verte feuilletée	1m
3.	Marnes blanches à Cythéries.	0m50
4.	Argile avec Huitres	1m
5.	Banc sableux	1m50
6.	Calcaire d'eau douce de Brie	0m40
7.	Sables ferrugineux de Fontainebleau.	

Le calcaire de Beauce apparaît dans le bois de Frépillon ; il renferme de nombreuses graines de Chara et des Lymnées. Les parties superficielles ayant été décalcifiées puis silicifiées, sont transformées en meulières.

Par Frépillon et Méry, nous regagnons Auvers, nous en repartons bientôt pour nous rendre à Compiègne où nous arrivons dans la soirée.

Journée du 11 avril

Dès la première heure, nous quittons Compiègne; quelques minutes après notre départ nous descendons à Villers-sur-Coudun.

Dans les tranchées pratiquées près de la gare pour le passage de la ligne, nous trouvons, reposant sur les sables verts du tuffeau, les sables de Bracheux dans lesquels sont disséminés de nombreux petits galets. Pour la première fois, nous voyons ces sables devenir fossilifères : *Ostrea Bellovacina* s'y trouve en très beaux exemplaires ; malheureusement les autres fossiles (Cucullées, Cérithes, Cardites), très fragiles, se réduisent en poussière au moindre choc.

Les sables landéniens de la tranchée de Villers-sur-Coudun nous présentent la composition suivante :

1. Sables jaunes très épais reposant sur les sables du tuffeau ; ils renferment de très nombreux débris de fossiles.
2. Grès 0m60
3. Sables blancs 0m40
4. Sables jaunâtres à *Ostrea Bellovacina*.
5. Argile sableuse renfermant un banc d'huîtres à sa base.

En nous dirigeant vers la butte qui domine Coudun, nous rencontrons des marnes dont la base est riche en débris d'huîtres : ce sont les marnes de Guiscard ou de Melicoq qui correspondent au calcaire de Rilly. Ces marnes que l'on peut suivre jusque près de Tergnier, sont surmontées à la limite des villages de Coudun et de Giraumont, par une argile noire peu visible qui appartient incontestablement à l'argile à lignites.

La végétation inextricable qui couvre la base de la butte de Coudun, nous empêche tout d'abord de reconnaître la nature du sous-sol. A mi-côte, quelques éclaircies favorisent nos recherches et nous trouvons un sable probablement panisélien sur lequel repose le calcaire à *Nummulites lævigata*. Nous suivons ce calcaire jusqu'au sommet de la côte.

Revenus à Coudun, nous rencontrons au milieu du village une petite exploitation de sables qui paraissent être landéniens. Nous y distinguons deux niveaux séparés par un lit de cailloux roulés de 80 centimètres d'épaisseur. Le niveau inférieur est constitué par des sables finement stratifiés ; le niveau supérieur formé de sables ferrugineux est recouvert par un diluvium dont la base renferme de petits galets.

Dans le chemin creux qui mène de Coudun à Giraumont, apparaissent les marnes de Guiscard, qui occupent le bas des talus. Elles sont surmontées par une argile à lignites qui renferme des bancs marneux et des calcaires bleus et compactes à lymnées.

Rentrés à Villers-sur-Coudun, nous profitons d'une heure d'arrêt pour y déjeuner. A onze heures, nous montons en wagon ; nous en descendons quelques instants après à Ressons-sur-Matz.

De la gare de Ressons à Cuvilly, nous suivons la craie ; nous la voyons ensuite disparaître sous les assises tertiaires.

Au sortir de Cuvilly, apparaissent les sables verts de l'assise à *Cyprina planata*. Ils sont surmontés par des sables blancs landéniens dont la stratification est entrecroisée.

L'argile de Guiscard fait ici complètement défaut.

L'argile à lignites débute par un très petit lit rouge de sulfate de fer ; elle se continue par un sable très peu épais sur lequel repose une couche de gypse de quelques centimètres d'épaisseur. Au-dessus vient une argile noire et ligniteuse assez développée.

A Mortemer, l'Yprésien réapparaît avec une allure toute particulière. Il est constitué par un calcaire d'eau douce gris-bleuâtre très riche en débris végétaux. Le banc calcaire le plus inférieur contient de nombreuses

huîtres qu'il a empruntées lors de sa formation aux marnes à huîtres sur lesquelles il repose.

Le calcaire de Mortemer jadis exploité est presque complètement abandonné aujourd'hui. Il en est de même des argiles bleuâtres qui le surmontent et qui, il y a quelques années, servaient encore à la fabrication des veilleuses.

De retour à Cuvilly, nous trouvons aux abords du bois de Séchelle une cendrière qui nous donne la coupe suivante :

1.	Lignites formant le fond de la carrière.	
2.	Argile feuilletée.	0m08
3.	Lignites	0m06
4.	Argile grise et feuilletée à planorbes, paludines et lymnées	0m40
5.	Lignites.	0m04
6.	Argile grise	0m15
7.	Lignites.	0m30
8.	Argile grise	0m10
9.	Lignites.	0m03
10.	Argile gris-jaunâtre avec paludines, lymnées et planorbes	0m80
11.	Argile ligniteuse.	0m20
12.	Argile grise feuilletée	1m20
13.	Marne blanche	0m20
14.	Lignites.	0m03
15.	Argile grise ligniteuse	0m10
16.	Lignites.	0m02
17.	Marne gris-jaunâtre.	0m15
18.	Faluns à Cerithes (*Cerithum funatum, Melania inquinata*	0m80
19.	Argile plastique grise	0m20
20.	Limon.	

Séduits par le nombre autant que par les dimensions vraiment surprenantes qu'atteignent les *Cerithium* et les *Melania* des faluns, nous nous jetons avidement sur ce gîte fossilifère dont la présence n'a pas encore été signalée.

Attardés par notre fructueuse récolte, nous reprenons précipitamment notre course et après avoir franchi les six kilomètres qui nous séparent de la gare de Ressons nous montons en wagon pour nous rendre à Péronne.

Journée du 12 Avril

La course de Péronne n'avait pas été prévue ; proposée au cours de l'excursion, elle avait été acceptée avec enthousiasme, car elle nous permettait d'étudier dans son plus beau développement la craie à Belemnitelles et les phosphates qui lui sont annexés.

De grand matin, nous quittons Péronne pour gagner Hem Monacu, accompagnés par M. Vatrin, propriétaire des phosphatières. Dans les vastes carrières ouvertes à l'O. de ce village, nous trouvons une série d'anfractuosités remplies de sables phosphatés. Ces poches, sont irrégulièrement réparties à la surface de la craie campanienne.

Les sables phosphatés résultent de la transformation de la craie phosphatée qui leur est inférieure. Celle-ci, dans ses parties supérieures, s'est trouvée décalcifiée par les eaux chargées d'acide carbonique ; le phosphate mis en liberté a rempli les poches que nous rencontrons aujourd'hui.

La craie phosphatée comprend une série de bancs dont la richesse en phosphate est très variable. Elle repose sur une craie blanche à *Micraster* qui est à peine visible au fond des carrières. Cette craie ramenée par la pioche nous fournit des dents d'Otodus et de nombreuses radioles de *Cidaris hirudo* et de *Cidaris septrifera.*

La craie blanche est surmontée par un poudingue dont les nodules formés aux dépens d'une assise aujourd'hui disparue, sont recouverts par une patine de phosphate.

Ce conglomérat est très fossilifère ; il contient en abondance :

Belemnitella quadrata.
Ostrea vesicularis
Corax pristodontus.
Lamna acuminata.
Des polypiers appartenant au genre *Calamophyllia.*

Ce poudingue fossilifère nous révèle la présence d'un ancien rivage de la mer campanienne. De nombreuses perforations d'animaux lithophages observées à la surface de la craie blanche et dans les nodules phosphatés viennent corroborer ce fait.

Sur le conglomérat repose une série d'assises plus ou moins phosphatées qui se présentent dans l'ordre suivant :

1.	Craie phosphatée	3m80
2.	Craie jaune	1m35
3.	Craie phosphatée	3m75
4.	Craie blanche.	0m90
5.	Craie très phosphatée	1m10
6.	Craie blanche	3m
7.	Sables phosphatés de mauvaise qualité renfermant des silex	1m

TABLE DES MATIÈRES

Hydrographie et météorologie

Variations du régime des eaux dans l'Afrique du Nord, par M. le Dr Carton, 29. — Observations sur le travail de M. Carton, par M. J. Gosselet, 47. — Au sujet de l'état climatérique de l'Afrique septentrionale, par M. Péroche, 69.

Géographie physique et géologique

Lecture sur les divisions géographiques de la Bretagne, par M. Ch. Barrois, 19.

Géographie agricole et industrielle

Présentation de la carte agronomique de la commune de Crespin, par M. J. Ladrière, 9. — Remarques sur les cartes agronomiques, par M. J. Gosselet, 19. — La carte agronomique de la commune de Crespin (Nord). Considérations générales sur les différentes couches de terrain que l'on rencontre à la surface du sol, par M. J. Ladrière, 97. — Introduction du cours de minéralogie appliquée, par M. J. Gosselet, 176.

Sondages

Communication sur un sondage fait à Croix, par M. Goblet, 7. — Forage chez M. Vrau, rue du Pont-Neuf, à Lille, par M. Pagniez-Mio, 96. — Forage chez M. Joire, à Marcq-en-Barœul, par M. Pagniez-Mio, 96. — Forage à Ascq, Croix de Wallers, 96. — Sondage chez M. A. Motte, rue du Moulin, à Roubaix, 175. — Sondage, chez M. Léon Allard, à Roubaix 267.

Excursions

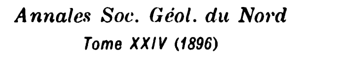
Excursion géologique du 8 mars à Ostricourt, 25. — Excursion géologique du 17 mai, à Montigny-en-Ostrevent, 49. — Compte-rendu de l'excursion en Ardenne du 5 au 13 août 1895, des élèves des diverses Facultés de France, par MM. Faucheron, Grange, Roux, 73, 268.

TABLE DES AUTEURS

ÉPOQUES DE PUBLICATION DES LIVRAISONS

Livraison	1.	Pages	1	à	48	—	Mai	1896
—	2.	—	49	à	96	—	Novemb.	1896
—	3.	—	97	à	176	—	Janvier	1897
—	4.	—	177	à	324	—	Avril	1897

Lille — Liégeois-Six, Imprimeur de la Société Géologique du Nord.


Annales Soc. Géol. du Nord
Tome XXIV (1896)





Phototypie D^e G. Pilarski

15, Rue Morère. Paris

Fragment du récif crayeux à *Diblasus arborescens*. Hem - Monacu

O

N

N

A

a

b

M

M

c

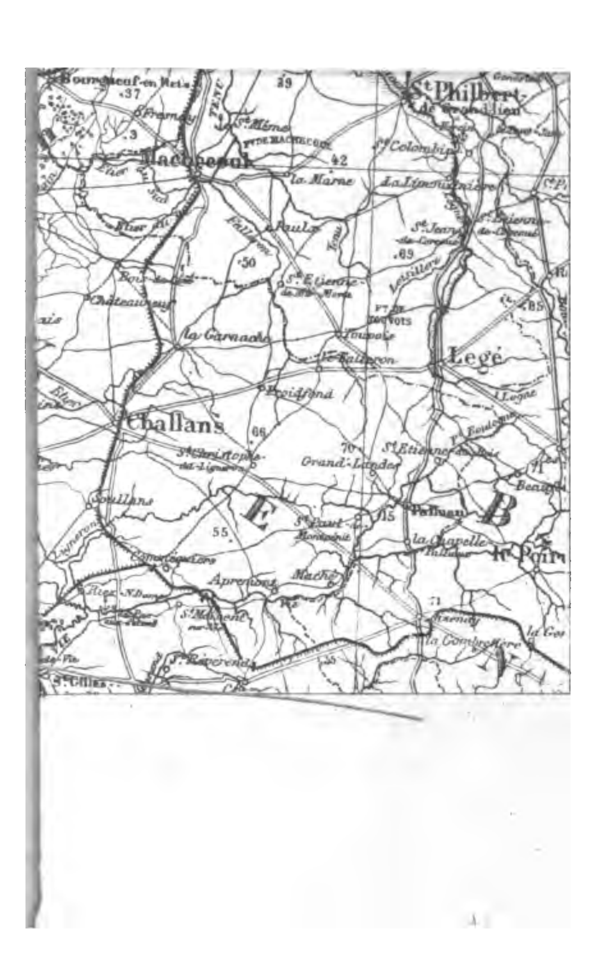
B

Phototypie D^e G. Pilarski

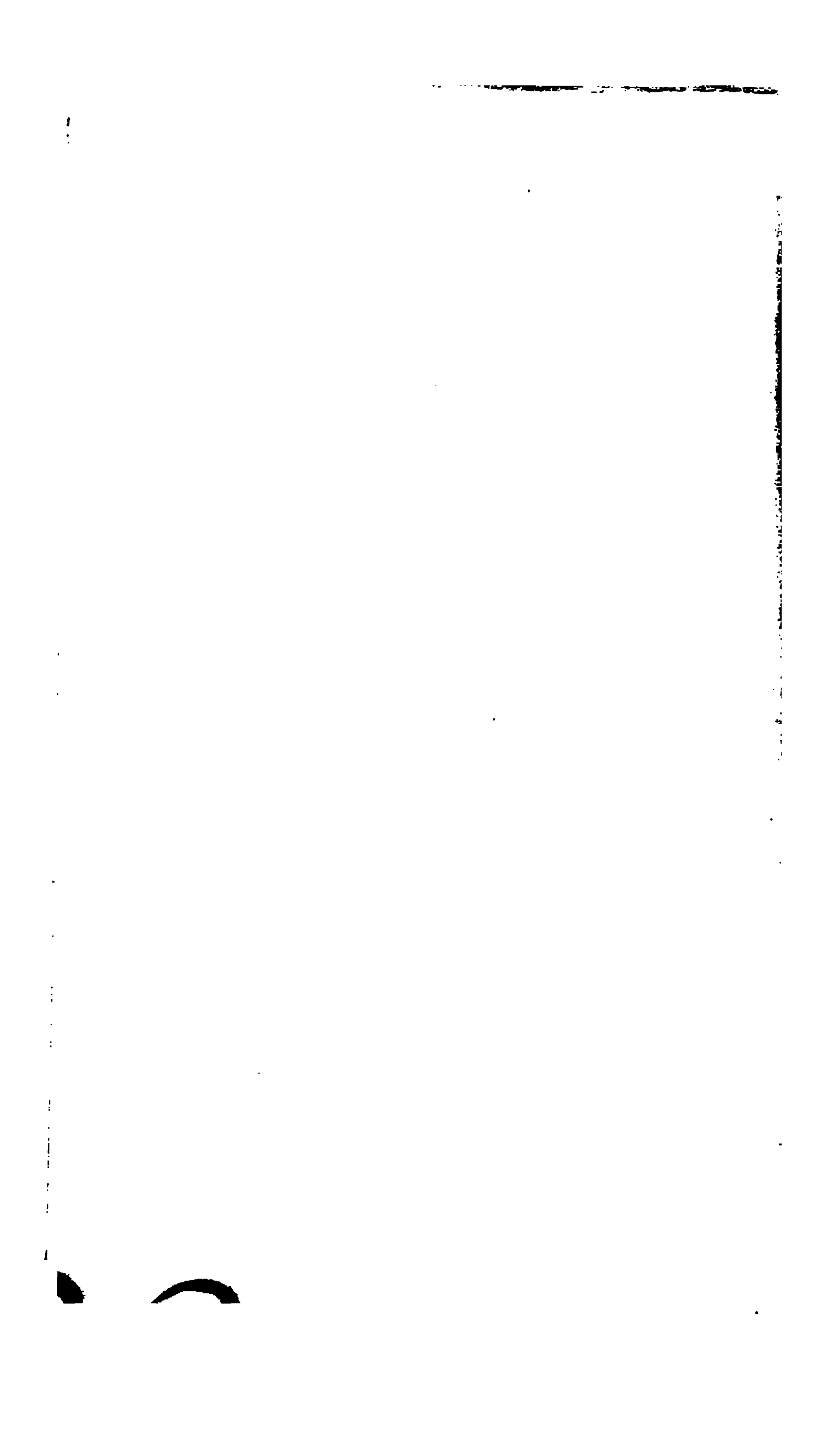
15, Rue Morère. Paris

B

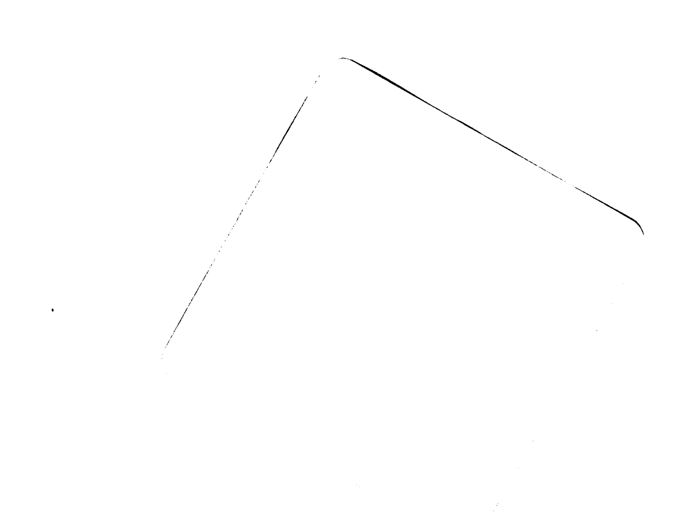
Phototypie Dr G. Pilarski 15, Rue Morère. Paris



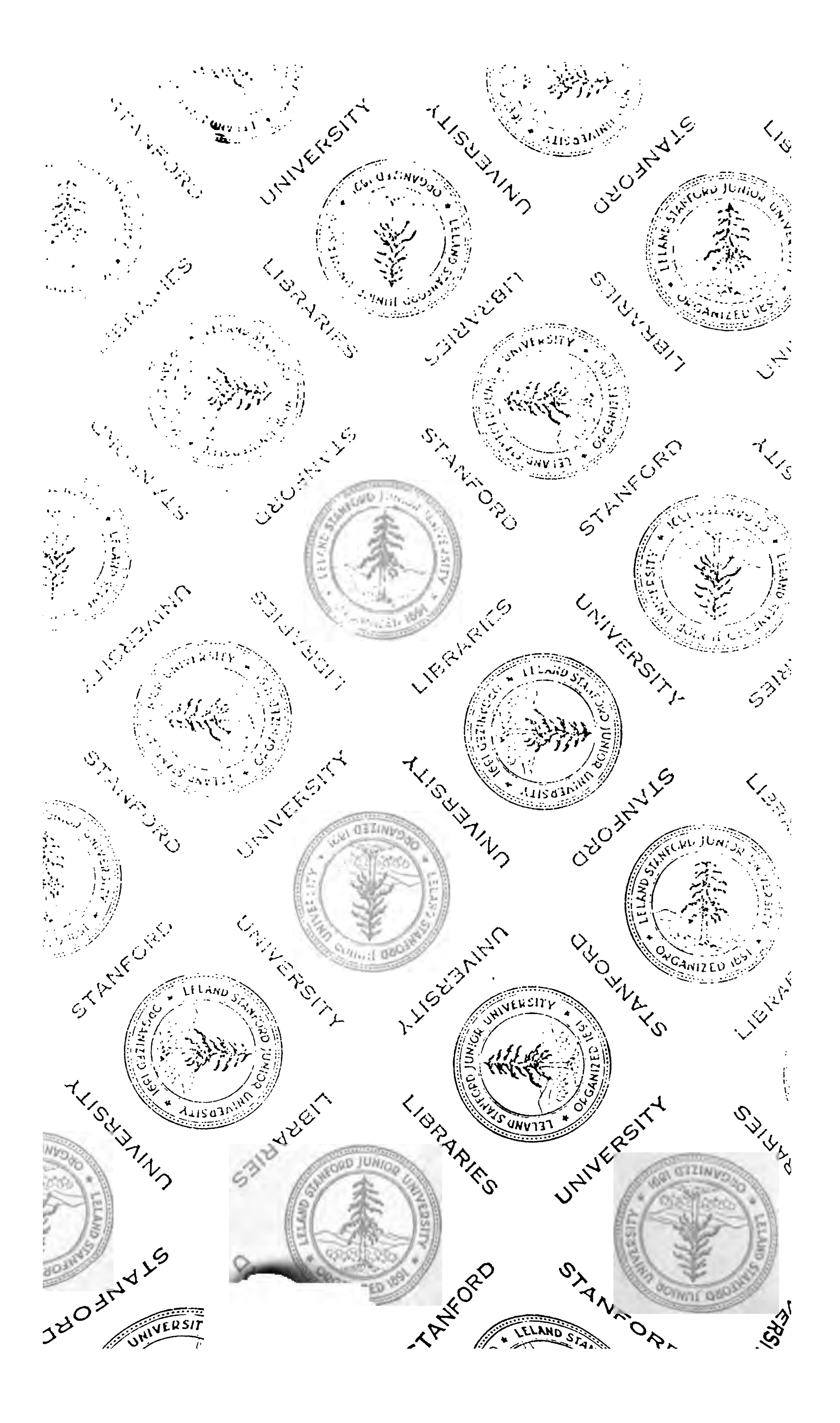
St Philbert-
.37
39
Ste Même
42
la Marne
St Colombin
Paulx
.50
.69
La Garnache
Legé
Challans
Froidfond
66
70
Grand Landes
Soullans
55
E
B
15
Aprement
Maché
la Chapelle
71
la Gombretière

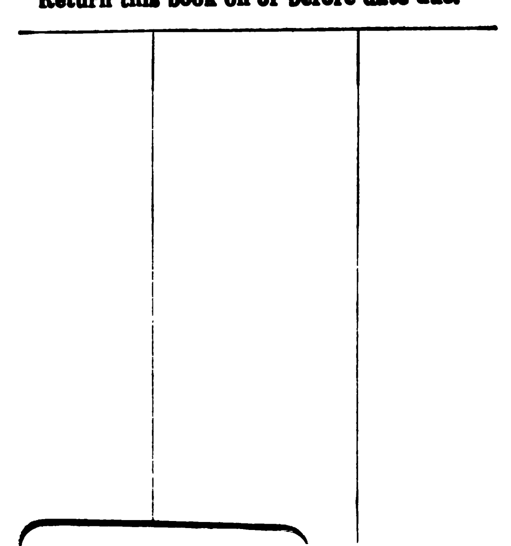









STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY
ORGANIZED 1891


Return this book on or before date due.

